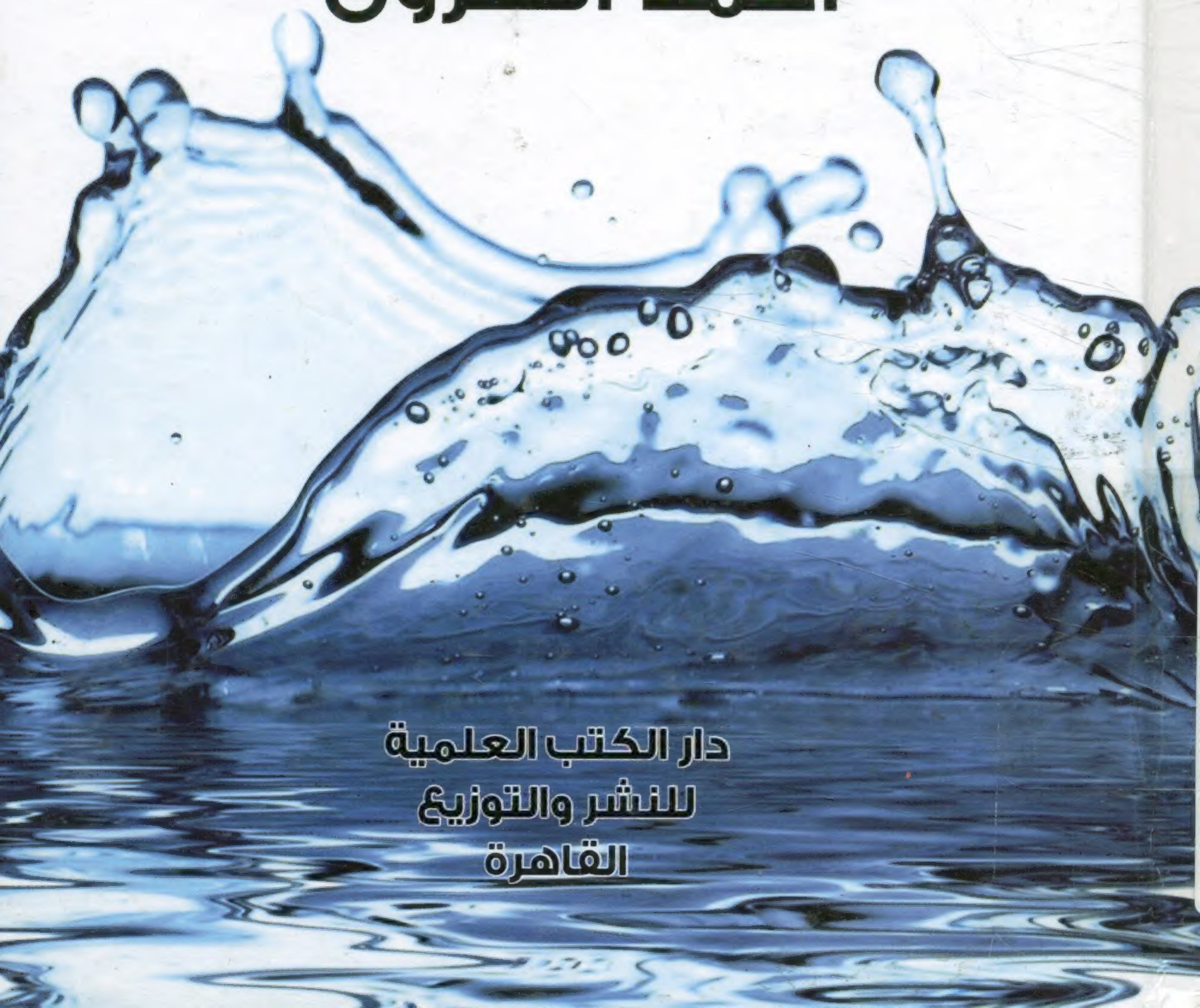


مراقبة نوعية المياه وصلاحياتها

أحمد السروى



دار الكتب العلمية
للنشر والتوزيع
القاهرة

المنشور
العلمية للنشر والتوزيع
م. شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة

٢٧٩٥٤٢٢٩

www.sbh-egypt.com

e-mail : sbh@link.net

Scientific Book House

المنشور
العلمية للنشر والتوزيع
م. شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة

٢٧٩٥٤٢٢٩

www.sbh-egypt.com

e-mail : sbh@link.net

Scientific Book House

مراقبة نوعية المياه وصلاحياتها

إعداد
أحمد السروي

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

دار الكتب المصرية

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشؤون الفنية

السروى، احمد

مراقبة نوعية المياه وصلاحياتها / اعداد احمد السروى - ط ١ . القاهرة :

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ٢٠١٢ م

٣٥٢ ص ، ١٧ X ٣٢٤

ردمك : ٠-٦٩-٥٠٢٩-٩٧٧-٩٧٨

١. المياه - تطهير

٢. المياه - سلامة

٣. المياه الجوانب الصحية

٤. المياه - معالجة

أ. العنوان

ديوى ٨٢٦.١٦٦٢

٢٠١٢/٩٢٠٣

الطبعة الأولى

١٤٣٣ هـ - ٢٠١٢ م

رقم الايداع : ٢٠١٢/٩٢٠٣

ردمك : ٠-٦٩-٥٠٢٩-٩٧٧-٩٧٨

© حقوق النشر والطبع والتوزيع محفوظة لدار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - ٢٠١٢

لا يجوز نشر جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه أو اختصاره بقصد الطباعة أو اختزان مادته العلمية أو نقله بأي طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو خلاف ذلك دون موافقة خطيه من الناشر مقدماً .

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

٥٠ شارع الشيخ ربحان - عابدين - القاهرة

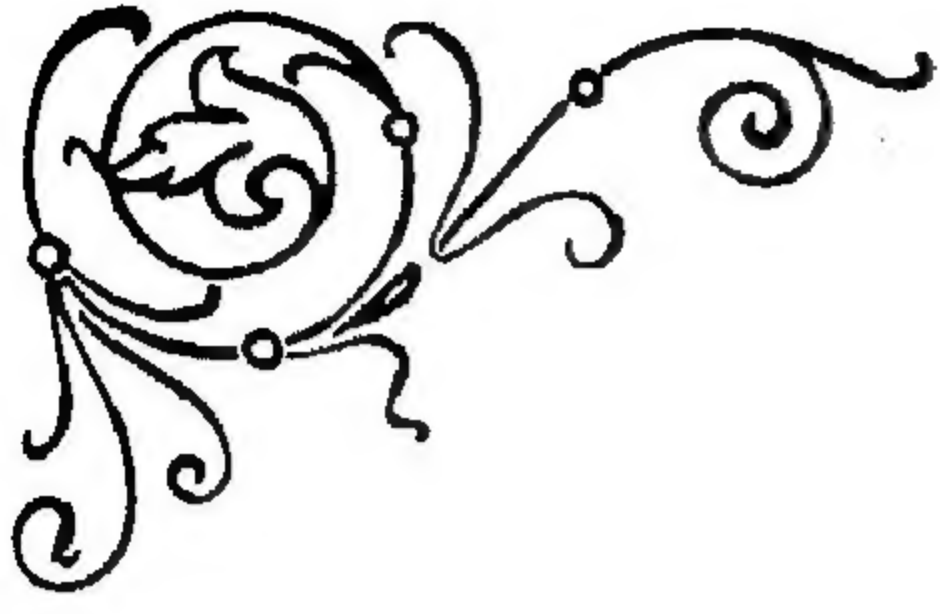
٢٧٩٥٤٢٢٩ - ٢٧٩٤٨٦١٩ ☎

فاكس : ٢٧٩٢٨٩٨٠

لمزيد من المعلومات يرجى زيارة موقعنا على الإنترنت

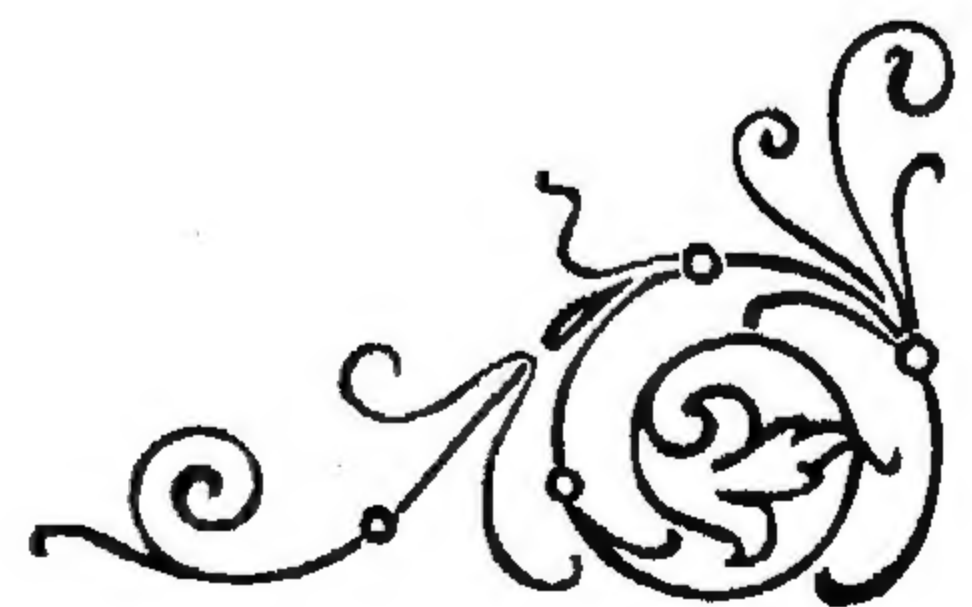
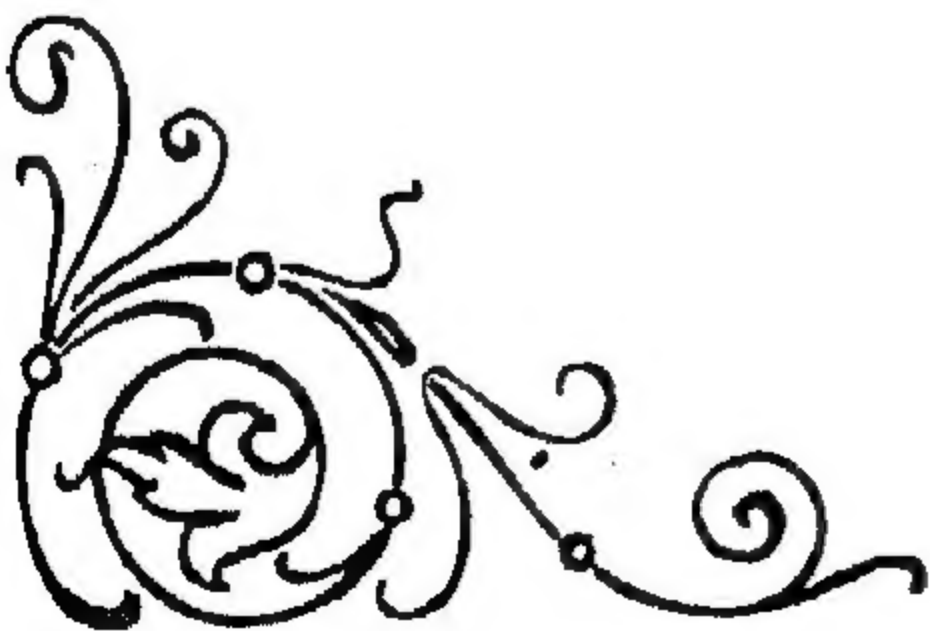
www.sbhegypt.org

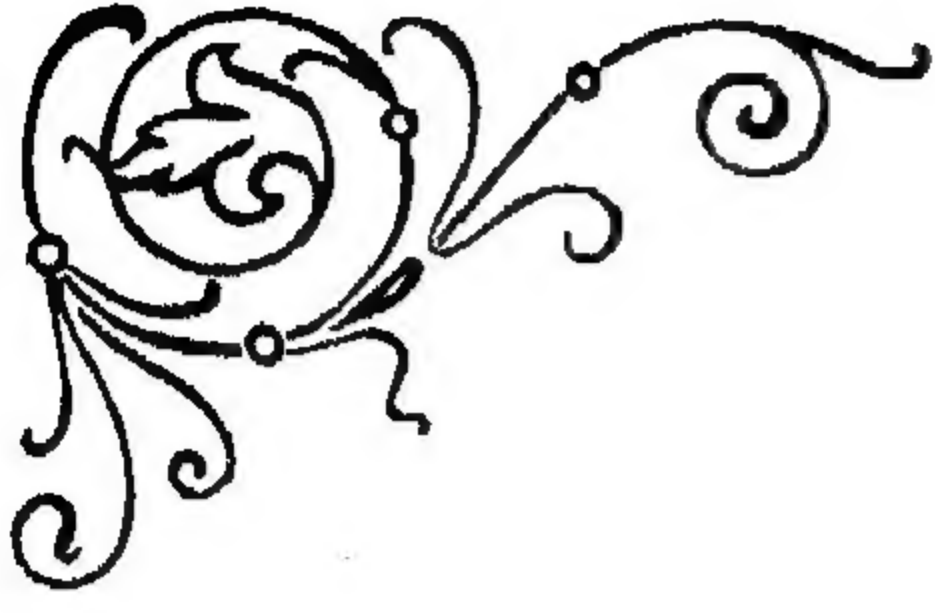
e-mail : sbh@link.net



﴿أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ
كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ
حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾

(الأنبياء: 30)

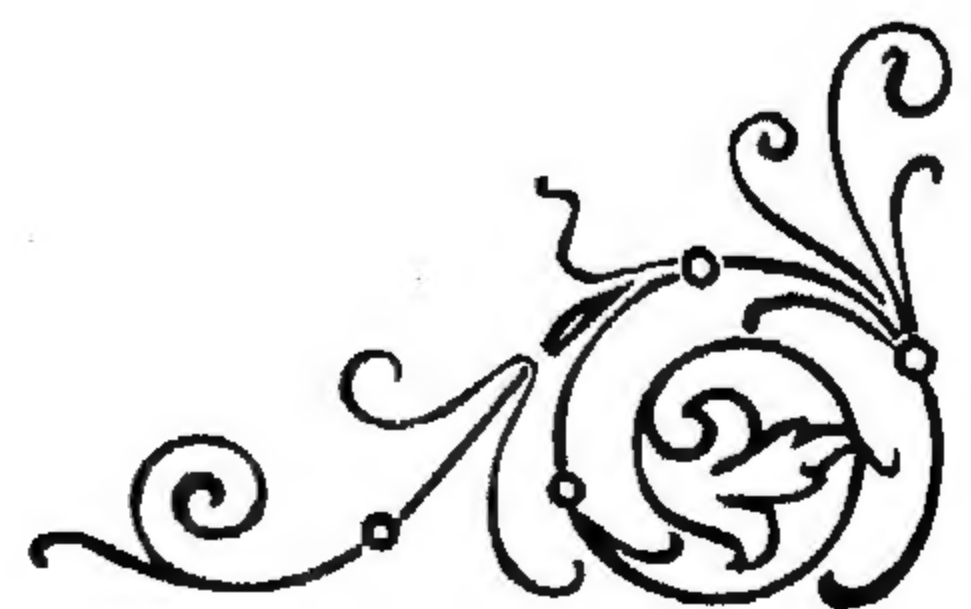
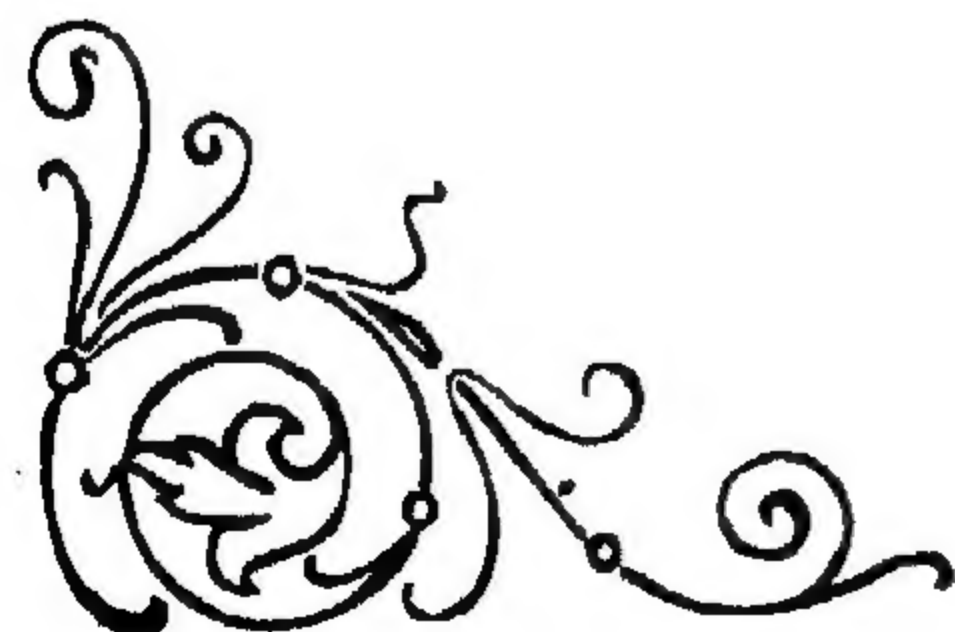




إهداء

إلى أبي وأمي الذين كانا سببا في وجودي،
وبركة دعاؤهما ينير الله لي طريقي.
إلى كل عالم عمل جاهداً من أجل مصر وطني العظيم.
والي كل من يحب وطنه ودينه.
ويعمل من أجل رفعة أمتنا العربية والإسلامية.
أهدي هذا الكتاب.

المؤلف



مقدمة الكتاب

الماء... معجزة من معجزات الخالق، أودع فيها أسرارَه فصار ذا خصائص فريدة، احتار في فهمها العلماء فعكف كثيرون منهم على دراستها وتحليلها وخرجت كثير من هذه الدراسات لتدل وتؤكد على أن الماء هو من أعظم معجزات الخالق سبحانه وتعالى في حياتنا.

الماء هو أكثر المواد وجوداً على الأرض، حيث يغطي أكثر من ثلاثة أرباع الكرة الأرضية. فالماء يملأ المحيطات والبحار والأنهار، ويوجد في الهواء، حتى باطن الأرض به ماء. وبدون الماء لا توجد حياة؛ فالماء يدخل في تركيب كل كائن حي، فيزن ما يقرب من ثلثي جسم الإنسان، وثلاثة أرباع جسم الطائر، وأربعة أخماس ثمار الفواكه.

إن المياه حاجة إنسانية أساسية. فكل شخص على وجه الأرض يحتاج يومياً من 20 إلى 30 لتراً على الأقل من المياه النظيفة والآمنة للشرب، والطهو، والنظافة. والإنسان يعتمد على الماء في حياته كلها، في مشربه، ومطعمه، ونظافته، وري زراعته، واستصلاح أراضيه، وإدارة وتشغيل مصانعه، وتوليد الطاقة. وتزداد حاجة الإنسان إلى الماء كل يوم فكل عام يزداد التعداد وتزداد معه الحاجة للماء.

والمياه الملوثة ليست قذرة وحسب وإنما مميتة لتسببها بالعدوى بالأمراض المميتة، إذ يموت نحو 1.8 مليون شخص كل سنة من أمراض الإسهال مثل الكوليرا. بينما يمرض ملايين آخرون على نحو خطير نتيجة طائفة من العلل المرتبطة بالمياه - يمكن بسهولة الوقاية من كثير منها.

وتعتبر منظمة الأمم المتحدة الحصول على المياه النظيفة حقاً إنسانياً أساسياً لكل سكان العالم ، وخطوة ضرورية نحو تحسين مستويات المعيشة على نطاق عالمي . وتنقية المياه هي عملية إزالة الملوثات من المياه الخام . والهدف من ذلك هو إنتاج المياه لغرض محدد للاستهلاك البشري (مياه الشرب) . تنقية المياه يمكن أيضاً أن تصمم لمختلف الأغراض الأخرى ، بما فيها لتلبية الاحتياجات الطبية ، الصيدلة ، المواد الكيميائية والتطبيقات الصناعية . .

إن نوعية وصلاحيات المياه خاصة مياه الشرب تثير مخاوف بشأن صحة الإنسان في جميع بلدان العالم المتقدمة منها والنامية . وتتبع المخاطر في هذا الصدد ، من وجود عوامل معدية أو مواد كيميائية سامة أو من أخطار ذات طابع إشعاعي . ومن هنا تبرز أهمية عمليات مراقبة نوعية وصلاحيات المياه لغرض المخصص لها ، وتشمل عمليات المراقبة التقييم اليقظ والمستمر لإمدادات مياه الشرب واستعراض مأمونيتها ومقبوليتها من وجهة نظراً لصحة العامة وهذه العملية تسهم في حماية الصحة العمومية بتعزيز تحسين نوعية إمدادات المياه وكميتها وفرص الحصول عليها ونطاق تغطيتها واحتمالية تكلفتها واستمراريتها .

وعمليات المراقبة والترصد لنوعية وصلاحيات المياه هي مكملات لوظيفة مرفق الإمداد بالماء فيما يتعلق بمراقبة جودة المياه . ولا يستبعد ترصد إمدادات مياه الشرب مسؤولية مورد مياه الشرب عن ضمان أن تكون هذه الإمدادات ذات جودة مقبولة وأن تفي بالأهداف ذات الطابع الصحي .

إن نوعية الماء الصالح للاستخدام تتحدد بمعايير تسمى معايير نوعية وصلاحيات المياه ، وقد وضعت منظمة الصحة العالمية ومنظمة حماية البيئة الأمريكية معايير دولية لنوعية المياه في شكل دلائل يتعين استخدامها منطلقاً لتحديد الأنظمة والمعايير في البلدان المتقدمة والبلدان النامية في جميع أنحاء العالم . كما وضعت كثير من دول العالم معايير

خاصة بكل دولة تسمى المعايير الداخلية أو المعايير الوطنية . وهذه المعايير تحدد الخصائص الميكروبية والكيميائية والطبيعية ، والإشعاعية لمياه الشرب الآمنة .

ونتيجة للكميات المفرطة من الميكروبات أو الكيماويات الناجمة عن الإخراجات البشرية والحيوانية ، والصرف الزراعي ، والكيماويات الصناعية ، بالإضافة إلى الملوثات الطبيعية ، فإن بعض المياه تكون غير صالحة للشرب أو للاستخدام المنزلي وتسبب أمراضا ذات علاقة بالماء . وإذا لم تتوفر حماية لمصادر المياه ، أو تعرضت للتلوث لأي سبب على نحو غير متوقع ، فإن جودة ونوعية المياه تتأثر وتنخفض نتيجة لوجود العديد من الملوثات الكيميائية والحيوية .

والتلوث يمكن أن يحدث عند مصدر المياه سواء على السطح أو في الأرض . ومتى دخلت المياه نظام التوزيع ، تكون هناك فرص لتلوث مياه الشرب . فإذا لم تتوفر حماية ناجحة للأنابيب من الملوثات ، فإن جودة مياه الشرب تتأثر . كما يمكن أن يسفر التخزين غير الملائم عن مياه غير صالحة للشرب .

وهنا دعت الحاجة العلماء إلى إيجاد أساليب وطرق علمية لمراقبة نوعية وصلاحيّة المياه للتأكد من جودتها وسلامتها للشرب وللإستخدام ومن أجل توفير المياه النقية لشرب واستعمال الإنسان علي الأرض . و أصبح هناك حاجة لمنظومة شاملة لمراقبة نوعية المياه من خلال برامج مراقبة المياه السطحية والجوفية ومراقبة مياه محطات ووحدات المعالجة لمياه الشرب ووحدات الضخ والتوزيع ومراقبة لخزانات المياه العامة وخزانات المنازل .

ومن هنا جاءت فكرة هذا الكتاب والهدف من إعداده وهي هو إعطاء صورة علمية وعملية واضحة عن نوعية الماء ومعايير صلاحيته والعوامل المؤثرة علي الجودة وعلاقة جودة الماء بالصحة ، والتلوث المائي وكيفية التحكم به ، وبرامج مراقبة المياه السطحية والجوفية .

ويتناول هذا الكتاب موضوع هام وهو مراقبة نوعية وصلاحيات المياه محققاً الأهداف المرجوة منه من خلال :

- شرح صفات وحالات واستخدامات الماء
- شرح خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية
- سرد مصادر التلوث المائي الطبيعية والصناعية
- سرد الأنواع المختلفة من الملوثات المائية كالملوثات الفيزيائية والكيميائية والحيوية
- شرح علاقة التلوث المائي بالأنواع المختلفة من التلوث البيئي
- شرح الجوانب الميكروبية لسلامة وصحة مياه الشرب
- شرح الجوانب الكيميائية لسلامة وصحة مياه الشرب
- شرح المعايير الميكروبيولوجية لجودة الماء
- بيان جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية
- شرح أهداف البرامج الرقابية لجودة الماء
- شرح أنواع برامج مراقبة جودة المياه
- شرح مراقبة جودة الماء عن طريق المسح البيئي لمصادر المياه
- شرح اختبارات مياه الشرب الكيميائية والبيولوجية
- سرد الفحوصات القياسية الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية للمياه
- سرد أمثلة لبعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري لمياه الشرب
- سرد لبعض الاختبارات والفحوص البكتريولوجية لمياه الشرب
- شرح مقاييس ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات فحص جودة المياه
- شرح لأهم المهارات الأساسية داخل مختبرات المياه

وقد تم إعداد الكتاب في ستة فصول :

الفصل الأول: مقدمة عن المياه

الفصل الثاني : خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

الفصل الثالث: التلوث المائي والملوثات المائية

الفصل الرابع: جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربولوجية

الفصل الخامس: مراقبة نوعية المياه

الفصل السادس: اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيرولوجية

ثم قاموس المصطلحات العلمية والملاحق والمرفقات والمراجع العربية والأجنبية.

نبذة عن كل فصل

يتناول كل فصل احد الموضوعات الهامة بالشرح والتفصيل مدعما بالجداول والصور والبيانات والرسوم البيانية التي تدعم الحقائق والنظريات العلمية.

الفصل الأول : وهو يتحدث عن الماء وأهميته ودورته علي سطح الأرض وصفاته وخصائصه ومصادر الماء المختلفة وحالات الماء في الطبيعة وصفات الماء النقي والاستخدامات المختلفة للمياه.

الفصل الثاني : وهو يتناول بالشرح خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية فيبين الخصائص الفيزيائية مثل درجة الحرارة والكثافة والطعم والرائحة واللون والعكارة والمواد الصلبة والتوصيلية الكهربائية والنشاطية الإشعاعية، والخصائص الكيميائية كالرقم الهيدروجيني والحامضية والقلوية والعسر وغيرها، والخصائص الحيوية من النباتات والحيوانات المائية بالإضافة إلى الملوثات من الكائنات الحية الدقيقة لمياه الشرب .

الفصل الثالث: يتحدث هذا الفصل عن التلوث المائي والملوثات المائية التي تصيب الماء مثل الملوثات الكيميائية والفيزيائية والحيوية، كما يشرح مصادر التلوث بالملوثات المائية مثل مصادر التلوث الطبيعي ومصادر التلوث الصناعي والبشري والتلوث من جراء السلوكيات الغير سليمة من السكان والمصادر الزراعية للملوثات المائية، ويتناول أيضاً علاقة الملوثات المائية ببعضها البعض، بالإضافة إلى مصادر تلوث الماء الجوفي والمصادر الرئيسية لتلوث مياه الشرب كتلوث مياه المصدر الخام والتلوث أثناء المعالجة وأثناء التخزين والتوزيع والتلوث في أماكن الاستهلاك.

الفصل الرابع: وهو خاص بموضوع هام وهو جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكروبيولوجية فيتناول دلائل جودة مياه الشرب، والمواصفات العالمية لمياه الشرب، الجوانب الميكروبية والكيميائية والإشعاعية لسلامة وصحة مياه الشرب، وجوانب مقبولة واستساغة مياه الشرب بالإضافة إلى جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية.

الفصل الخامس : يتحدث هذا الفصل عن مراقبة نوعية المياه، فيتناول بالشرح مفهوم مراقبة نوعية المياه، وأهداف البرامج الرقابية لنوعية المياه، وأنواع برامج مراقبة نوعية المياه، والمسح البيئي لمصادر المياه، ومثال عملي لتطبيقات الرصد البيئي من خلال شرح عمليات وإجراءات الرصد البيئي للموارد المائية في البلدان العربية.

الفصل السادس: يتناول هذه الفصل اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتريولوجية كأحد أهم وسائل مراقبة نوعية المياه، فيشرح طرق جمع العينات والطرق القياسية لأخذ عينات المياه للفحص البكتريولوجي والكيميائي، والفحوصات القياسية الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية للمياه، وأمثلة لبعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري لمياه الشرب، والاختبارات والفحوص البكتريولوجية

لمياه الشرب وتم سرد موضوع مهم وهو ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات المياه ،
بالإضافة إلى تناول موضوع المهارات الأساسية التي يجب أن يعرفها المحلل الكيميائي
داخل معامل ومختبرات المياه .

ثم أخيراً قاموساً للمصطلحات العلمية الواردة بهذا الكتاب ومجموعة من الملاحق
والرفقات الهامة الخاصة بموضوعات هذا الكتاب .

كما يحتوي الكتاب علي عشرات الصور والرسوم البيانية والمخططات التوضيحية
والجدوال البيانية التي تبين وتوضح وتيسر فهم المادة العلمية وتعين علي شرح
المصطلحات والمفاهيم العلمية .

ونأمل الآن أن نكون قد القينا ضوءاً على الهدف الذي من أجله اخترنا أن نكتب في
موضوع مراقبة نوعية وصلاحية المياه وهو تقديم فكرة علمية عن عمليات وإجراءات
مراقبة ورصد نوعية وصلاحية المياه ودعوة للباحثين والمهتمين بنوعية المياه لمزيد من
الجهد والبحث والدراسة للحفاظ علي سلامة الماء ونوعيته ، وتحديد دوره ومسئوليته
في الحفاظ علي الماء الذي هو عماد حياته علي هذه الأرض .

وأرجو من الله سبحانه وتعالى أن أكون وفقت في تناول هذا الموضوع الهام
من خلال هذا العمل وان يكون هذا الكتاب نافعا للناس ومحفزا لهم لمزيد من البحث
والقراءة والدراسة في مجال مراقبة نوعية المياه وصلاحياتها .

وعلي الله قصد السبيل

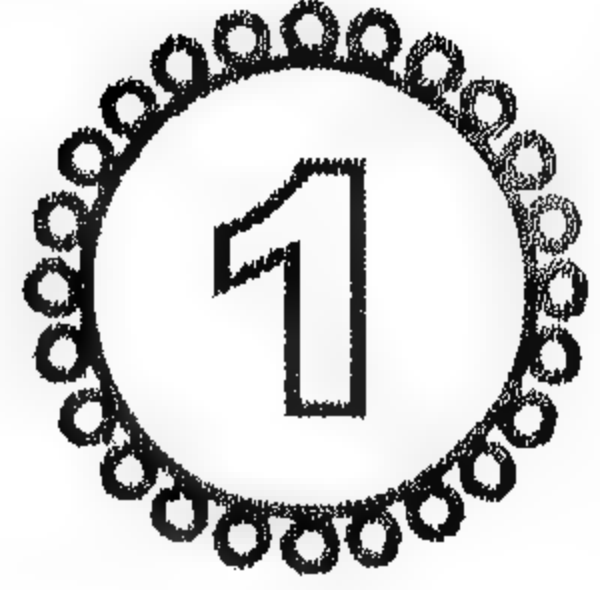
اللهم علمنا ما ينفعنا وانفعنا بما علمتنا وزدنا علماً.

المؤلف

القاهرة في:

الأول من ابريل 2012 م

الموافق 9 جمادى الأول 1433 هـ



الفصل الأول

مقدمة عن المياه

1. مقدمة
 - 1 - 1. دورة الماء.
 - 1 - 2. الدورة الغير طبيعية (الاصطناعية) للمياه .
 - 1 - 3. صفات الماء.
 - 1 - 4. الغلاف المائي ومصادر الماء.
 - 1 - 5. حالات الماء في الطبيعة .
 - 1 - 6. أنواع الماء طبقا لاماكن وطبيعة تواجد الماء.
 - 1 - 7. الماء النقي.
 - 1 - 8. الماء السائل الفريد.
 - 1 - 9. أهمية المياه .
 - 1 - 10. استخدامات واستهلاك المياه.

الفصل الأول

مقدمة عن المياه

1. مقدمة Introduction

مع التطور الشامل للعلوم والتقنية منذ بداية هذا القرن واكتشاف العلاقة بين مياه الشرب وبعض الأمراض السائدة فقد حدث تطور سريع في مجال تقنيات المعالجة حيث أضيفت العديد من العمليات التي تهدف بشكل عام إلى الوصول بالمياه إلى درجة عالية من النقاء، بحيث تكون خالية من العكارة وعديمة اللون والطعم والرائحة ومأمونة من النواحي الكيميائية والبيولوجية.

للماء أهمية حيوية لعيش الكائنات الحية بما فيها الإنسان. لأن له وظائف متعددة بالجسم. حيث الماء أهم مكونات الكائن الحي فنجد أن من 50 - 90 % من وزن الكائن الحي ماء. والبروتوبلازم هو المادة الأساسية في الخلايا الحية. وتتكون من محلول دهون وبروتينات وكربوهيدرات وأملاح ذائبة في ماء. والدم في الحيوانات والعصير في النباتات يتكونان من الماء ويعملان على انتقال الغذاء والتخلص من النفايات. كما يلعب الماء دوراً أساسياً في تكسير جزيئات الكربوهيدرات والبروتينات. وهذه العملية مستمرة في الخلايا الحية. والماء يساعد في خلط الطعام ومروره بسهولة من الفم إلى المعدة. كما يجعل الطعام المهضوم في الجهاز الهضمي مواداً مائعة قابلة للامتصاص. مع تقليل صلابة البراز وتليينه. ليساعد الجهاز الإخراجي في طرد السموم من الجسم على هيئة بول عن طريق الكليتين. كما يجعل أنسجة الجسم مرنة ليتمكنها أداء وظيفتها. ويعوّض الجسم عما يفقده من ماء أثناء عملية التنفس والعرق والبول. والدم يحتوي على 90 % من وزنه ماء، والماء يجله سائلاً حيث يصل إلى جميع أجزاء الجسم حاملاً

الفصل الأول

له الغذاء والأكسجين. والبلازما التي تشكل 55 % من الدم بالإنسان تتكون من 90 % ماء. والإنسان يحتاج إلى 2 - 3 لتر ماء يوميا. ويمكن له أن يعيش شهرا بلا طعام لكنه لا يعيش أكثر من أسبوع بدون ماء وتحتوي المياه المعدنية على الكثير من المعادن لا تجدها في أكثر المياه.

1 - 1. دورة الماء Water cycle

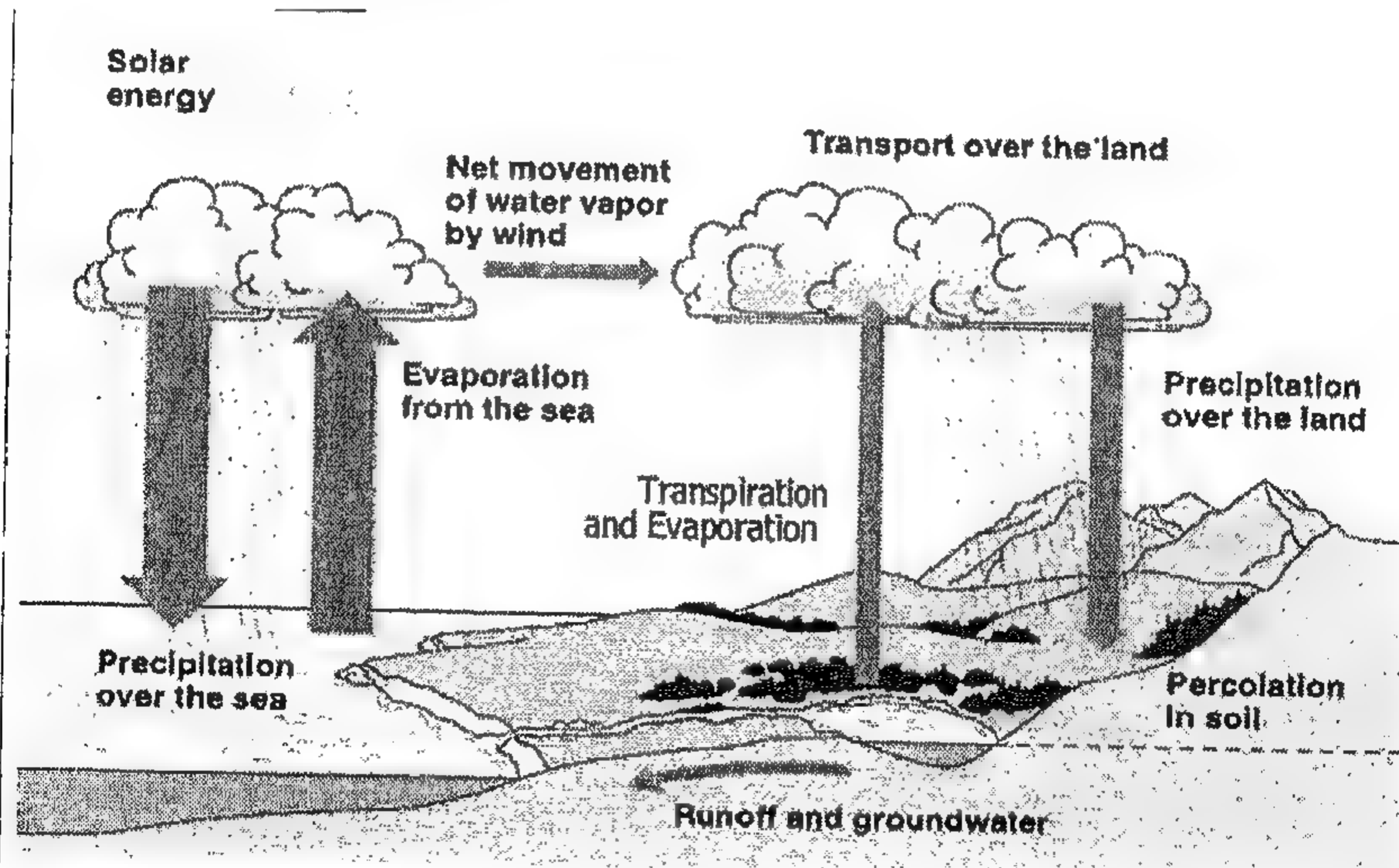
دورة الماء فوق الأرض water cycle تبين أن الماء فوق الأرض في حركة دائمة منذ بلايين السنين ما بين سائل أو بخار أو مادة صلبة. ف الأرض لا تصلح للحياة بدون الماء. ودورة المياه ليس لها نقطة بداية وتسيرها الشمس فنجدها تسخن مياه المحيطات حيث توجد معظم مياه الدنيا. فيتبخر بعضها بالهواء. كما نجد ان الجليد والثلج يمكن أن يتساميا sublimate مباشرة ويتحولان من الحالة الصلبة لبخار ماء مباشرة. فنجد التيارات الهوائية ترفع البخار بالجو مع ما ينتحه النبات أو ما يتبخر من التربة من بخار ماء حيث يبرد بطبقات الجو العليا متكثفاً ومكوناً سحباً تسيرها الرياح حول الأرض لتنزل على الأرض كمطر أو جليد مكونة القلنسوة الجليدية التي تحتفظ بالمياه المتجمدة لآلاف السنين.

قد ينصهر الجليد في المناخ الدافئ متحولاً لماء دافق فوق الأرض كمجاري وأنهار أو تبتلع التربة كمياه جوفية أو يصب في المحيطات والبحيرات ليعود لسيرته الأولى في عملية تدويرية منتظمة ومنظمة بحرارة الشمس. ويتميز بخار الماء بالتكثيف من الجو الدافئ لو لامس سطحاً بارداً. وهذا ما نلاحظه حول كوب ماء مثلج حيث يتكون عليه من الخارج قطرات الماء. ولو تصاعد الهواء لطبقات الجو العليا الباردة تكثف ما به من بخار ماء وتكونت قطرات تتجمع معا مكونة السحب. وهذا ما نلاحظه في الجو البارد عندما نتنفس. فنرى هواء الزفير الدافئ يخرج ليصطدم بالهواء البارد

مقدمة عن المياه

فيَتَكَثَف ما به من بخار مكونا سحابة. فمصادر المياه في الطبيعة هي الأمطار ومياه البحار والبحيرات حيث المياه سطحية ومياه الآبار والينابيع حيث المياه جوفية. فماء المحيطات والبحار يصعد إلى الهواء عن طريق عملية التبخر (Evaporation) حيث يُكوّن السحاب الذي تدفعه الرياح إلى مناطق مختلفة. ويتكثف ويهطل أمطاراً على الأرض ثم يرجع إلى المحيطات مرة أخرى.

هناك كمية قليلة من السحاب الذي يتكوّن من خلال عملية البخر من الرطوبة الموجودة في سطح التربة وعملية النتح (Transpiration) من أوراق النبات. ثم يتكثف هذا السحاب ليسقط أمطاراً على الأرض. وتسقط معظم هذه الأمطار مرة أخرى في المحيطات والبحار ويتبقى جزء قليل يسقط على اليابسة. . ثم تبدأ دورة جديدة للمياه من المحيطات إلى الهواء إلى الأرض ثم إلى المحيط. وهذه الدورة الدائمة لمياه الأرض تُسمى دورة الماء (Water Cycle)، أو الدورة الهيدرولوجية (Hydro-logic Cycle). ونتيجة لهذه الدورة فإن كمية الماء العذب الموجودة على سطح الأرض هي الكمية نفسها منذ قديم الأزل. وهذه الكمية يعاد تدويرها مرة بعد مرة.



شكل 1 - 1 دورة الماء في الطبيعة

1 - 2. الدورة الغير طبيعية (الاصطناعية) للمياه

Artificial Water cycle

علي التوازي مع الدورة الطبيعية للمياه هناك ما يسمى الدورة الاصطناعية للمياه تبدأ بتدخل الإنسان من مكان اخذ المياه (المصدر الطبيعي) لاستخدامه في عدة مجالات لينتهي برمييه مرة أخرى في المصب الطبيعي. ويمكن تلخيص مراحل الدورة الاصطناعية للمياه كما يلي: -

(1) استخراج وجو (نقل) المياه :

تتم عملية رصد وجمع المياه سواء كانت مياه جوفية (كالآبار والينابيع جيوب مائية) أو مياه سطحية (كالأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات) أو مياه استثنائية كمياه الهطول مباشرة.

(2) معالجة وتنقية المياه:

وتتم هذه العملية تقريبا يوميا بغرض الحصول علي مياه نقية صحية صالحة للشرب أولاً استعمال . تتم عملية المعالجة تبعا لنوعية المياه (مياه المصدر) وحسب الغرض المخصصة له (فمثلا مياه التبريد أقل في النقاوة من مياه الشرب ، ومياه صناعة الأدوية ذات مواصفات خاصة جدا).

(3) تحويل المياه :

هذه العملية عبارة عن نقل المياه من مكان المصدر إلى مكان الاستهلاك ، ويمكن أن ترتب هذه المرحلة قبل المرحلة السابقة اذا كانت نوعية ومواصفات المياه تسمح بذلك .

(4) التخزين :

يقصد بالتخزين هو تجميع المياه في خزان لضمان تجانس كبير للتدفق المعالج من جهة ومن جهة أخرى ضمان استمرار تدفق المياه في حالة حدوث عطب أو عطل في المراحل السابقة. ومن الضروري أن يكون منشأة التخزين قريبة من المستهلك .

(5) التوزيع :

يتمثل التوزيع عملية تزويد المستهلكين بالكميات المطلوبة من الماء وبالضغط المناسب اللازم في أي وقت ، وهذا يتطلب وضع شبكة من المواسير ذات أقطار مدروسة لأكثر تدفق ممكن أن يمر بأي نقطة من نقاط الشبكة .

(6) شبكة المجاري :

بعد الاستهلاك فإن المياه المستعملة تسمى مياه صرف أو مياه عادمة وهي تصرف في شبكة ، وتصمم هذه الشبكة بحيث تستوعب أي تدفق (من مياه الأمطار ومياه المستعملة) ، وقد تصمم فقط لاستقبال تدفقات المياه المستعملة فقط وتصمم شبكة أخرى لاستقبال تدفقات الأمطار والسيول .

(7) جمع مياه الأمطار الساقطة

بالتوازي مع المرحلة السابقة فإن مياه الأمطار الساقطة تجمع وتصرف إلى مصاب طبيعية أو يكون لها شبكة تجمع وتصرف خاصة (وتسمى هذه الشبكة شبكة صرف منفصلة) أو تجمع وتصرف مع مياه المجاري في شبكة واحدة (وهذه تسمى شبكة صرف مجمعة مشتركة) .

(8) التصفية

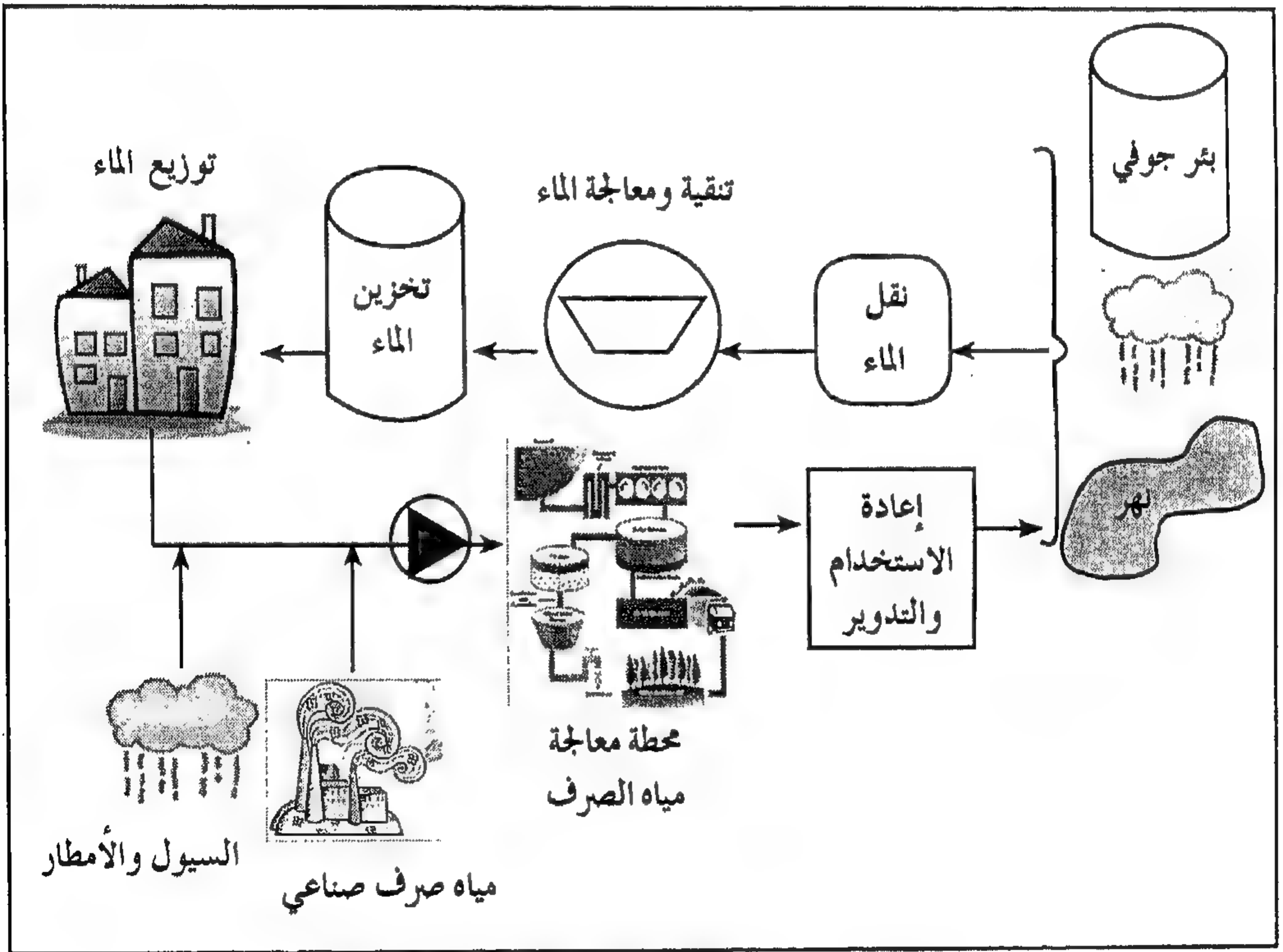
نظريا يجب معالجة المياه المستعملة معالجة تمهيدية بالتصفية الميكانيكية قبل رميها في المصب الطبيعي وذلك لتفادي أي تلوث للمصادر الطبيعية بالمواد الصلبة الكبيرة والمتوسطة الحجم .

(9) المصب

المصب هو المكان النهائي الذي يصل إليه الماء ، فعادة يتم رمي المياه بعد تصفيتها في الوسط الطبيعي ، ويمكن رمي مياه الأمطار إذا كانت بكميات كبيرة إلى المصب مباشرة بدون تصفية أو معالجة أولية إذا كانت لا تشكل تلوثا للمصب الطبيعي .

(10) الضخ

بسبب اختلاف مستويات مراحل المسار الاصطناعي للمياه يتم استخدام آلات الضخ من أجل رفع المياه من مناسيب منخفضة طبيعية إلى مناسيب أعلى. في أغلب الحالات نجد المضخات بالقرب من مراحل المعالجة وتخزين المياه وبعض شبكات المجاري. ويبين الشكل التالي مختلف المهام والوظائف التي تمر بها دورة المياه ابتداء من مكان تواجده إلى مكان رميه.



شكل 2 - 1 مخطط مبسط للدورة الصناعية للمياه

1 - 3. صفات الماء Water properties

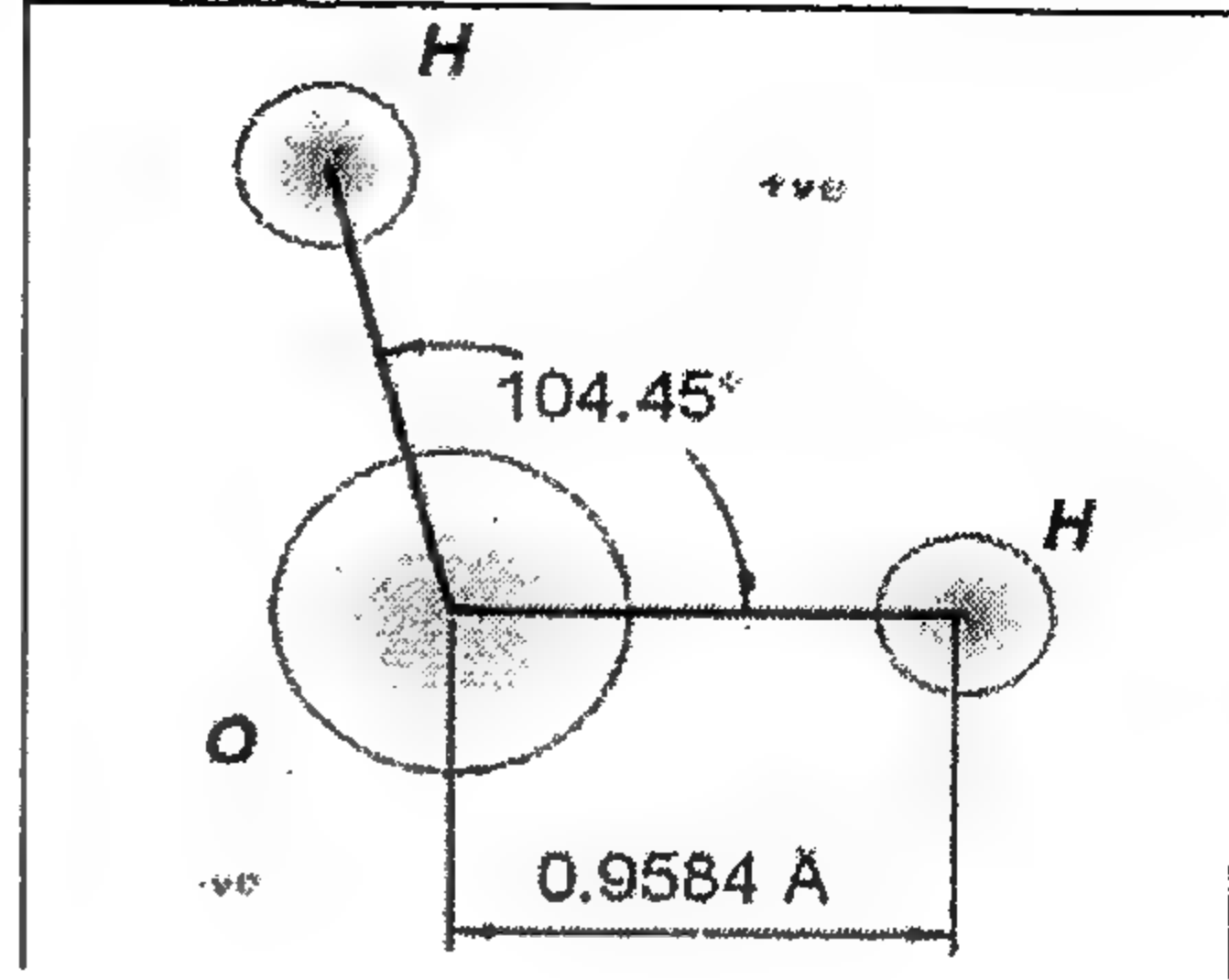
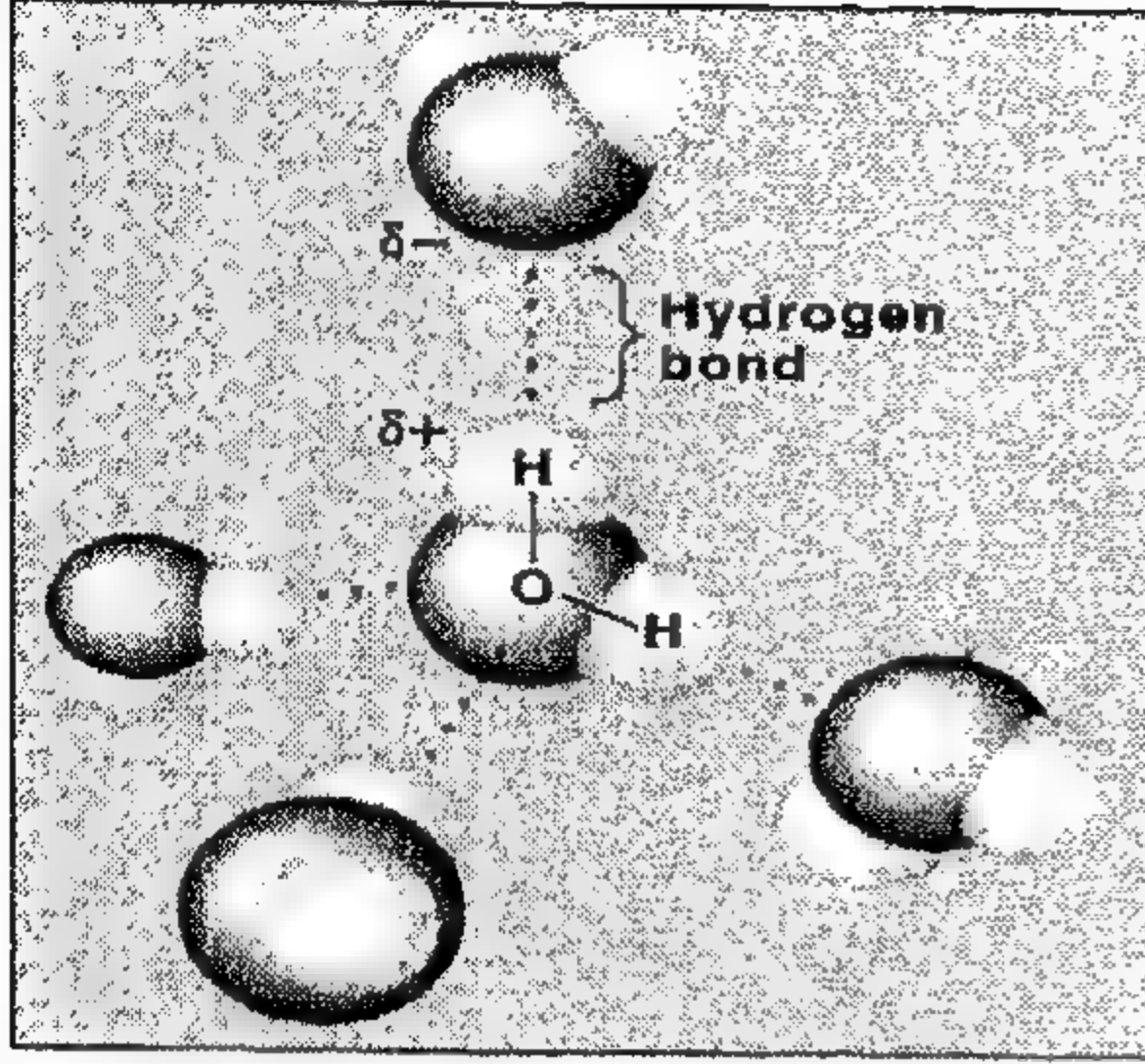
الماء النقي سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له، يستوي في ذلك الماء المالح والماء العذب. إلا أن الماء العذب عديم الطعم، بينما الماء المالح له طعم مالح نتيجة ذوبان أملاح به. والماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه في البحار والمحيطات والمياه النقية تغلي عند درجة 100 مئوية والصفر المئوي في مستوى سطح البحر حيث يكون الضغط الجوي العادي 76 سم زئبقي. أما فوق المرتفعات حيث يقل الضغط الجوي نجد أن الماء يغلي عند درجة أقل من 100 درجة مئوية. وهذا ما يجعل بيضه مسلوقة تأخذ وقتاً حتى تسوي فوق جبل، ولو أذيبت مادة في الماء، فإن درجة التجمد تنخفض. ولهذا يرش الملح أثناء فصل الشتاء فوق الشوارع لمنع تكون الجليد. عسر الماء الطبيعي Hardness of natural water سببه أملاح الكالسيوم والماغنسيوم. ولو كان العسر للمياه سببه بيكربونات وكربونات الكالسيوم والماغنسيوم فيعتبر عسراً مؤقتاً tempo-rary hardness ويمكن إزالته بالغليان.

أما عسر المياه الدائم فيمكن إزالته بطرق كيميائية. والماء كأني سائل يأخذ شكل الإناء الذي يوضع فيه. ويمكن تحويله إلى الحالة الغازية عندما يتبخر بتأثير الحرارة، كما يمكن تحويله إلى حالة صلبة عندما يصبح ثلجاً عند درجة الصفر المئوي. ويرتبط الهيدروجين الموجب الشحنة الكهربائية بالأكسجين السالب الشحنة الكهربائية داخل جزيء الماء، برابطة تساهمية (Covalent Bond) تشترك فيها كل ذرة بجزء منها مع ذرة أخرى، لتكون جزيئاً قوياً للغاية يصعب تحله. وكل جزيء ماء يتجاذب بالجزيئات المجاورة له، من خلال تجاذب كهربائي بشكل يشبه قطبي المغناطيس. فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة، وطرفا ذرتي الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة. ونتيجة لهذا الاختلاف في الشحنات الكهربائية، تتجاذب كل ذرة هيدروجين

الفصل الأول

في جزيء الماء ، مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور ، بنوع من التجاذب الكهربائي ، يطلق عليه «الروابط الهيدروجينية» (Hydrogen Bond) وتُعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء ، مسئولة عن الخواص الفريدة للماء . لأن الجزيئات في حركة دائمة . فسرعة حركة هذه الجزيئات تولد الحالة التي يكون عليها الماء سواء أكانت غازية (بخار) أو سائلة (ماء) أو صلبة (جليد) . وكل جزيئات الماء تجذب بعضها البعض وهذا ما جعلها تتجمع معا وهذا ما يجعل نقطة الماء كروية الشكل . والماء النقي ليس حامضيا ولا قلويا بل متعادل (الرقم الهيدروجيني pH له 7) ويذيب معظم المواد ولا سيما في التربة أو في النبات أو في أجسامنا .

وعندما تنخفض درجة حرارة الماء إلى درجة الصفر المئوي ، تفقد جزيئات الماء طاقتها وتقل حركتها ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية ، بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء كما في حالة الجليد . حقيقة المواد تنكمش بالبرودة ، . والماء حينما يبرد ينكمش أيضا حتى يصل إلى 4 درجات مئوية ، ثم يبدأ بعدها في التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة . فالماء عندما يتجمد يتمدد في الحجم وتقل كثافته ، ويطفو كقشرة من الجليد فوق سطح الماء . ولولا هذه الخاصية الشاذة والعلاقة بين انخفاض الكثافة وانخفاض درجة الحرارة للماء ، لازدادت كثافة الثلج المتكون على السطح عن بقية الماء وهبط إلى القاع معرضاً سطح الماء الذي تحته إلى درجة حرارة منخفضة . فتتجمد كل طبقات الماء ، في مياه المناطق القطبية ، أو المتجمدة بسبب شدة البرودة . ويستحيل معها الحياة . لكن الحقيقة نجدها مع انخفاض درجة حرارة الجو ، تتجمد طبقات الماء العليا فقط ، وتقل كثافتها وتتمدد فتطفو على سطح الماء ، وتعزل بقية الماء تحتها عن برودة الجو فيبقى الماء سائلاً ويسمح باستمرار الحياة . والماء فوق الأرض ينظم حرارتها .



1 - 4. الغلاف المائي ومصادر الماء

Hydrosphere and Water sources

تطلق تسمية الغلاف المائي على طبقة المياه التي تحيط ب الأرض سواء كانت مياه سائلة أو ثلجات أو بخار ماء ولو كان سطح الأرض مستويا لغلفه الماء بسمك 3 كم.

• مصادر مياه الغلاف المائي

- يرجع المصدر الأساسي لمياه المسطحات البحرية إلى المياه الأولية وهي التي ظهرت لأول مرة على سطح الأرض نتيجة تسربها من جوف الأرض مع المصهورات البركانية.
- تبين أن 10 % من مكونات المصهورات البركانية عبارة عن بخار ماء أخذ يتكاثف ويتجمع على أرضية الأحواض والمقعرات المنتشرة على سطح الأرض خلال تاريخها الجيولوجي الطويل.

• أصله:

كانت الأرض في البداية بلا ماء و كان الماء موجوداً على شكل أبخرة انطلقت من البراكين وملأت جو الأرض لملايين السنين بسبب ارتفاع درجة الحرارة وعندما

الفصل الأول

- بردت الأرض تكثف بخار الماء وتساقطت المياه على الأرض ويعتقد أن مياه البحار والمحيطات كانت في البداية عذبة ثم ازدادت ملوحتها تدريجياً وذلك من مصدرين:
- أملاح الصخور المذابة بواسطة الأنهار والسيول والمياه الجوفية بالعمليات الجيولوجية المختلفة.
 - الأملاح التي تنطلق من البراكين في قيعان المحيطات.

مكونات الغلاف المائي :

- (1) مياه البحار والمحيطات.
- (2) مياه الأنهار دائمة الجريان والموسمية.
- (3) البحيرات المالحة والعذبة.
- (4) الغطاءات الجليدية والأودية الجليدية.
- (5) المياه الجوفية.
- (6) بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي.

• توزيعه:

- 1 - مياه البحار والمحيطات: وتكون حوالي 97 % من مياه الأرض حيث تغطي ما مساحته 71 % من سطح الكرة الأرضية ولهذا السبب سميت بالكرة الزرقاء وهي الكوكب الوحيد الذي يتواجد به ماء سائل، ويتميز نصف الكرة الشمالي بشيوع اليابسة فيه ونصف الكرة الجنوبي بشيوع الماء فيه.
- مياه البحار والمحيطات مالحة ومعدل ملوحتها العام 3.5 % ويتواجد بها 85% عنصر.

وعلى سبيل المثال يحتوي الكيلومتر المكعب الواحد من هذه المياه على 17 كجم من الذهب، 4 كجم من الماغنيسيوم وكمية من ملح الطعام تكفي العالم سنتين وكميات هائلة من الكالسيوم والكبريت والبوتاسيوم والألومنيوم واليود والنيكل والكروم وغيرها.

2 - مياه الثلجات: وتكون 2.5 % من حجم الغلاف وتتواجد على القطبين وقمم

الجبال وهي مياه عذبة و70 % من الماء العذب يوجد في القطب الجنوبي .

3 - الباقي عبارة عن مياه الأنهار والبحيرات والمستنقعات والمياه الجوفية .

كمية المياه على كوكب الأرض ثابتة تقريبا تحكمها دورة تسمى بدورة الماء حيث يتبخر جزء من المياه المعرضة للجو ويرتفع البخار الى أعلى فتتخفف درجة حرارته ويتكثف مكونا السحب التي تسقط مطرا فتغذي الأنهار والبحار والمحيطات والمياه الجوفية مرة أخرى .

كمية الماء العذب الصالحة للاستهلاك الآدمي ، لا تتجاوز 0.3 % من الماء الموجود في الكرة الأرضية . ويتضمن هذا الماء ، ماء البحيرات والأنهار ، والمياه الجوفية الموجودة في أقل من نصف ميل عمق . ويدخل في هذا حساب كمية الماء العذب الموجود على هيئة بخار ماء في الغلاف الجوي ، الذي سوف يتحول في النهاية إلى أمطار ، والرطوبة الموجودة في تربة الأرض السطحية .

وتمثل الجبال القطبية غالبية الماء العذب الموجود على سطح الكرة الأرضية ، حيث تصل نسبتها إلى حوالي 2.2 % من إجمالي كمية المياه في الأرض ، ممثلة ما يزيد عن ثلاثة أرباع مخزون الماء العذب في العالم .

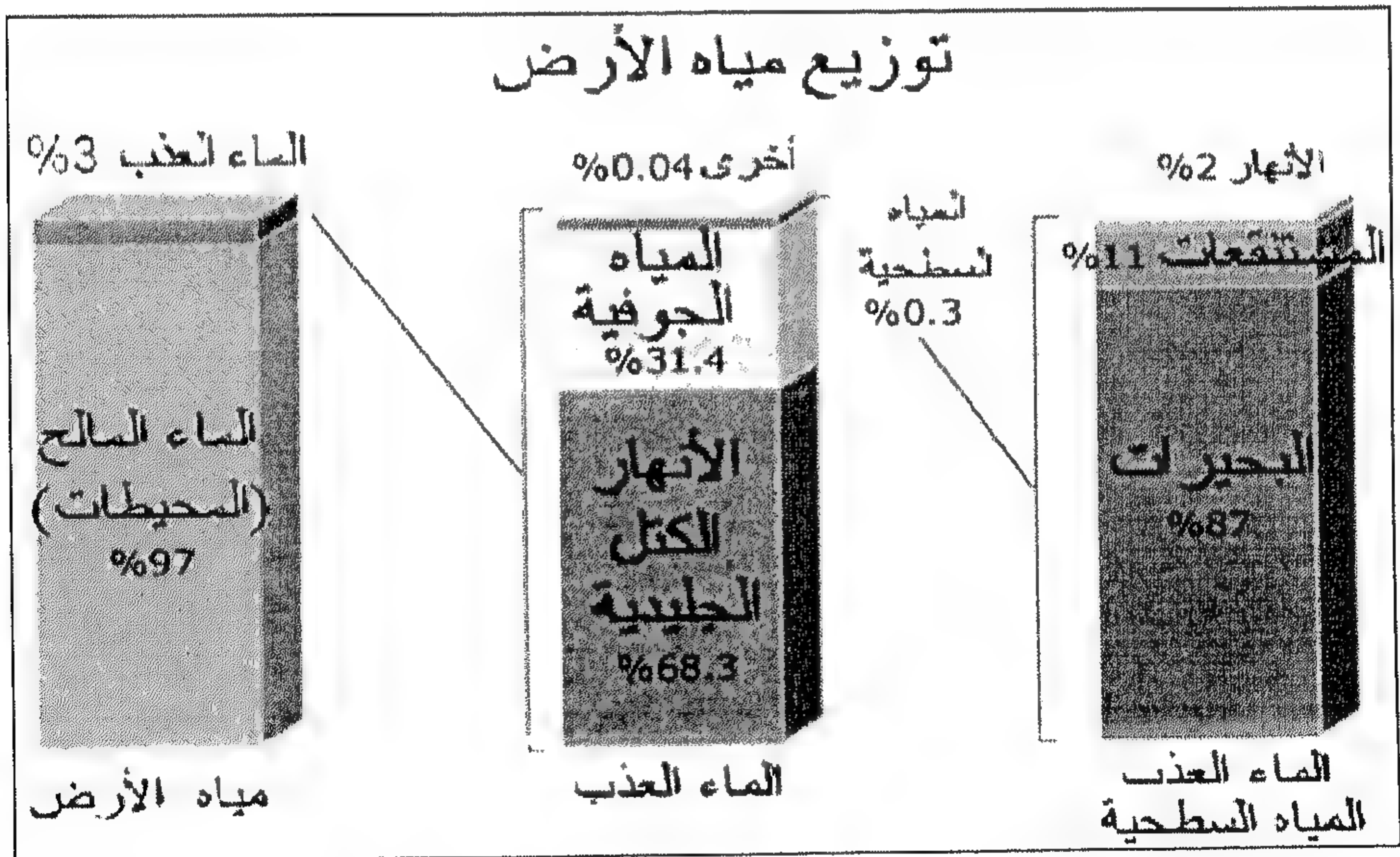
أما المياه الجوفية ، فإن نسبتها تصل إلى حوالي 0.6 % من كمية الماء الموجود في الأرض ، وهي إما أن تكون قريبة من سطح الأرض فتكون عذبة ، وإما أن تكون على أعماق سحيقة ، فنجد في مياهها نسبة عالية من الأملاح ، التي ذابت فيها أثناء رحلتها الطويلة إلى باطن الأرض .

إن دورة الماء تصف وجود وحركة المياه على الأرض وداخلها وفوقها . وتحرك مياه الأرض دائما ، وتتغير أشكالها باستمرار ، من سائل إلى بخار ، ثم إلى جليد ، ومرة أخرى إلى سائل . لقد ظلت دورة الماء تعمل ملايين السنين ، وتعتمد عليها كل الكائنات الحية التي تعيش على الأرض حيث من دونها تصبح الأرض مكانا طارداً تتعذر فيه الحياة .

الفصل الأول

والماء يوجد علي سطح الأرض في الثلاث صور في نفس الوقت فنجده في الحالة الغازية علي صورة بخار الماء وذلك فوق سطح البحار والأنهار والمحيطات، ويوجد في الصورة السائلة كما في معظم المسطحات المائية من الأنهار والبحار والبحيرات وفي المستودعات المائية الجوفية في باطن الأرض ويوجد في الصورة الصلبة كما في الجليد فوق قمم الجبال وفي البحيرات والمتجمدة في المناطق القطبية.

إجمالي إمدادات المياه في العالم يصل إلى حوالي 1.386 مليون كيلومتر مكعب (332.5 ميل مكعب) من الماء، منها أكثر من 97 % عبارة عن ماء مالح كما ذكرنا من قبل. وفيما يتعلق بالماء العذب، منها ما يزيد على 96 % محجوز بالأنهار والكتل الجليدية و30 % موجود ب الأرض علي هيئة ماء جوفي. أما مصادر الماء العذب المتمثلة في الأنهار والبحيرات فهي تشكل حوالي 93.100 كيلومتر مكعب (22.300 ميل مكعب)، أي حوالي 1/700 من 1 % من إجمالي الماء. ولا تزال الأنهار والبحيرات تشكل معظم مصادر المياه التي يستخدمها الناس يومياً.



جدول 1-1

أحد التقديرات للتوزيع العالمي للماء

مصدر الماء	حجم الماء بالكيلو مترات المكعبة	حجم الماء بالأميال المكعبة	نسبة المياه الغذبة	نسبة الماء بأكملها
المحيطات والبحار والخلجان	1.338.000.000	321.000.000	--	96.5
الكتل والأنهار الجليدية والثلوج الدائمة	24.064.000	5.773.000	68.7	1.74
المياه الجوفية	23.400.000	5.614.000	--	1.7
عذب	10.530.000	2.526.000	30.1	0.76
مالح	12.870.000	3.088.000	--	0.94
رطوبة التربة	16.500	3.959	0.05	0.001
أرض دائمة التجمد	300.000	71.970	0.86	0.022
البحيرات	176.400	42.320	--	0.013
عذب	91.000	21.830	0.26	0.007
مالح	85.400	20.490	--	0.006
الغلاف الجوي	12.900	3.095	0.04	0.001
مياه المستنقعات	11.470	2.752	0.03	0.0008
الأنهار	2.120	509	0.006	0.0002
المياه البيولوجية	1.120	269	0.003	0.0001
الإجمالي	1.386.000.000	332.500.000	--	100

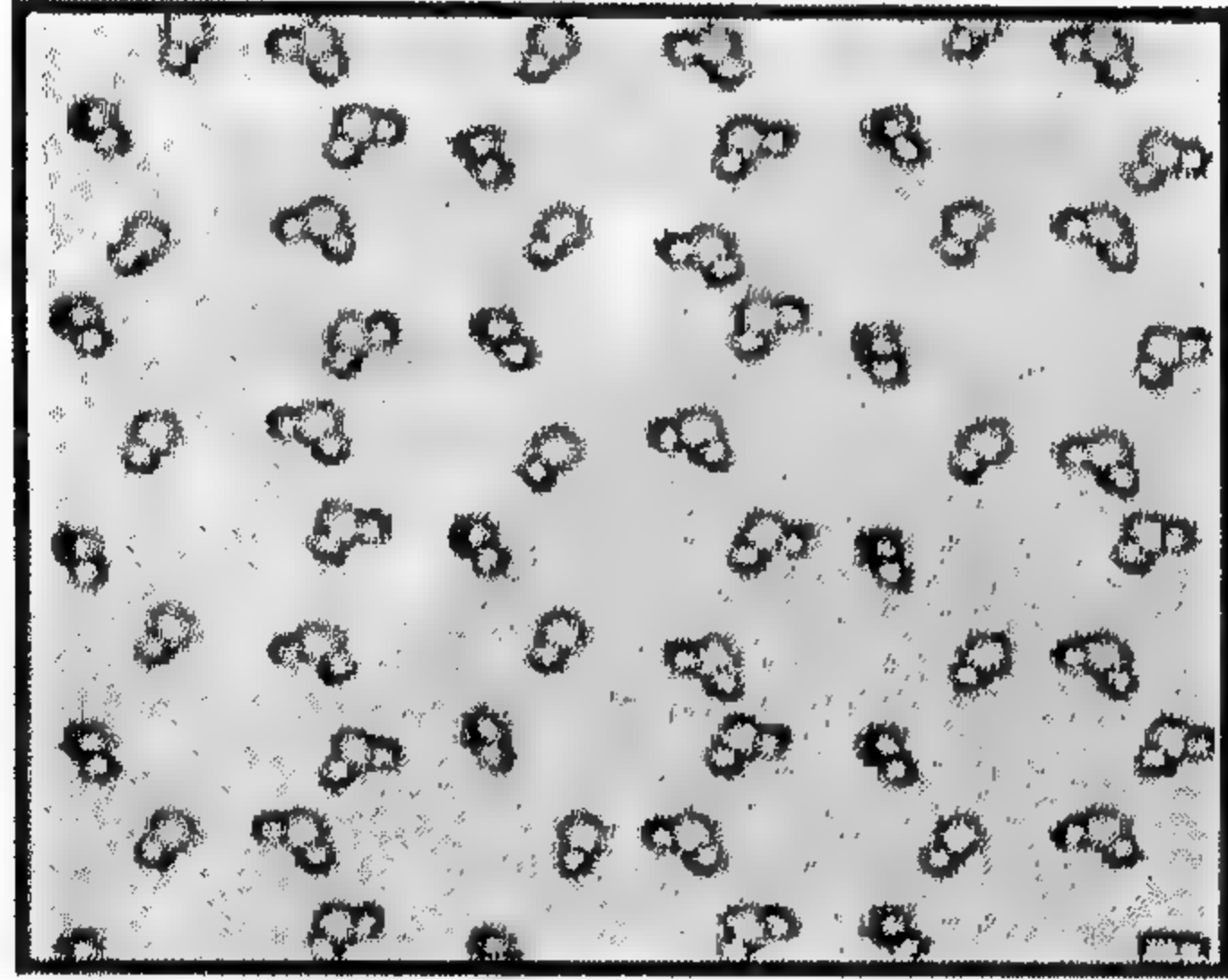
المصدر: موارد المياه. موسوعة المناخ والطقس. أعده للنشر أس. أتش. شينيدر، مطبعة جامعة أكسفورد،

نيويورك، المجلد 2 ص 817 - 828

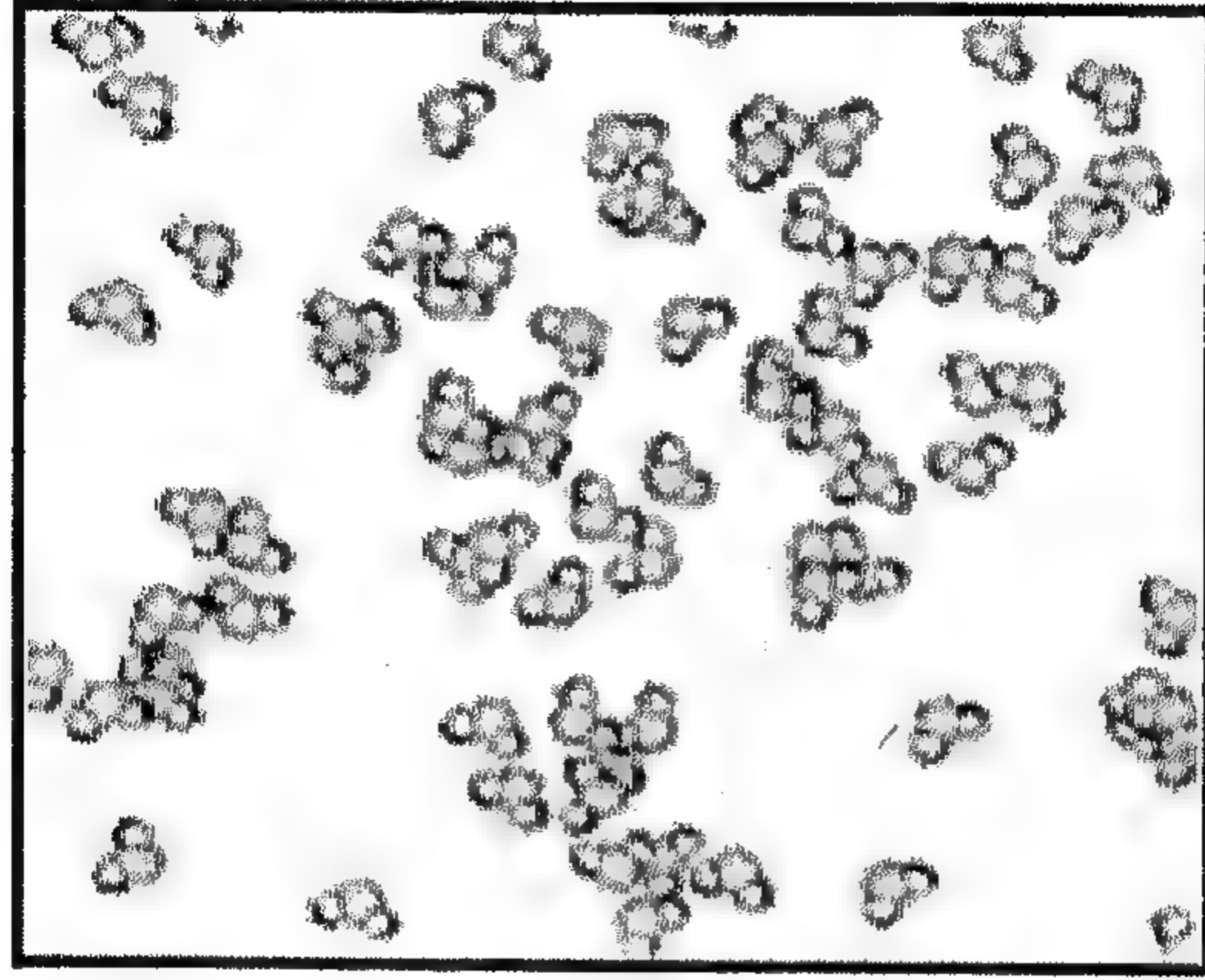
1 - 5. حالات الماء في الطبيعة Water States in Nature

يوجد الماء في الطبيعة في ثلاث حالات معروفة يتشكل بها تختلف بحسب درجة الحرارة المعرض لها الماء، وهي الحالة الصلبة والحالة السائلة والحالة الغازية. الحالة الأولى: هي الحالة الصلبة يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج، يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوي. وتكون جزيئات الماء هذه الحالة قريبة من بعض متباعدة بمسافات ثابتة (غير متداخلة) ذات حركة اهتزازية.

ويوجد الماء على سطح الأرض بصورة صلبة على هيئة جليد أو ثلج في قمم الجبال وفي القطبين الشمالي والجنوبي حيث تنخفض درجات الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي.



الحالة الثانية: التي يوجد عليها الماء هي الحالة السائلة والتي يكون فيها الماء سائلا شفافا، وهي الحالة الأكثر شيوعا للماء. ويوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين الصفر المئوي، ودرجة الغليان، وهي 100 درجة مئوية في الظروف المثالية عند ضغط 1 جوي. وتكون جزيئات الماء في هذه الحالة متداخلة على بعضها البعض وذات حركة انتقالية.



ويوجد الماء علي سطح الأرض في صورته المشهورة السائلة كما في كافة المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات والينابيع والعيون المتدفقة وكل المسطحات المائية الموجودة في كل مكان علي سطح الأرض ، كما ان المياه الجوفية في باطن الأرض تكون في صورة سائلة ايضا.

الحالة الثالثة: وهي الحالة الغازية والتي يكون فيها الماء على شكل بخار ، ويكون الماء بالحالة الغازية بدرجات حرارة مختلفة تبعا للضغط الجوي . ويتكون بخار الماء عندما يتعرض الماء لدرجات حرارة معينة ، والحرارة التي يتعرض لها الماء تصل للجزيئات مما يفك القوة التي تربط جزيئات الماء مع بعضها البعض فتصبح منتشرة ومتباعدة .

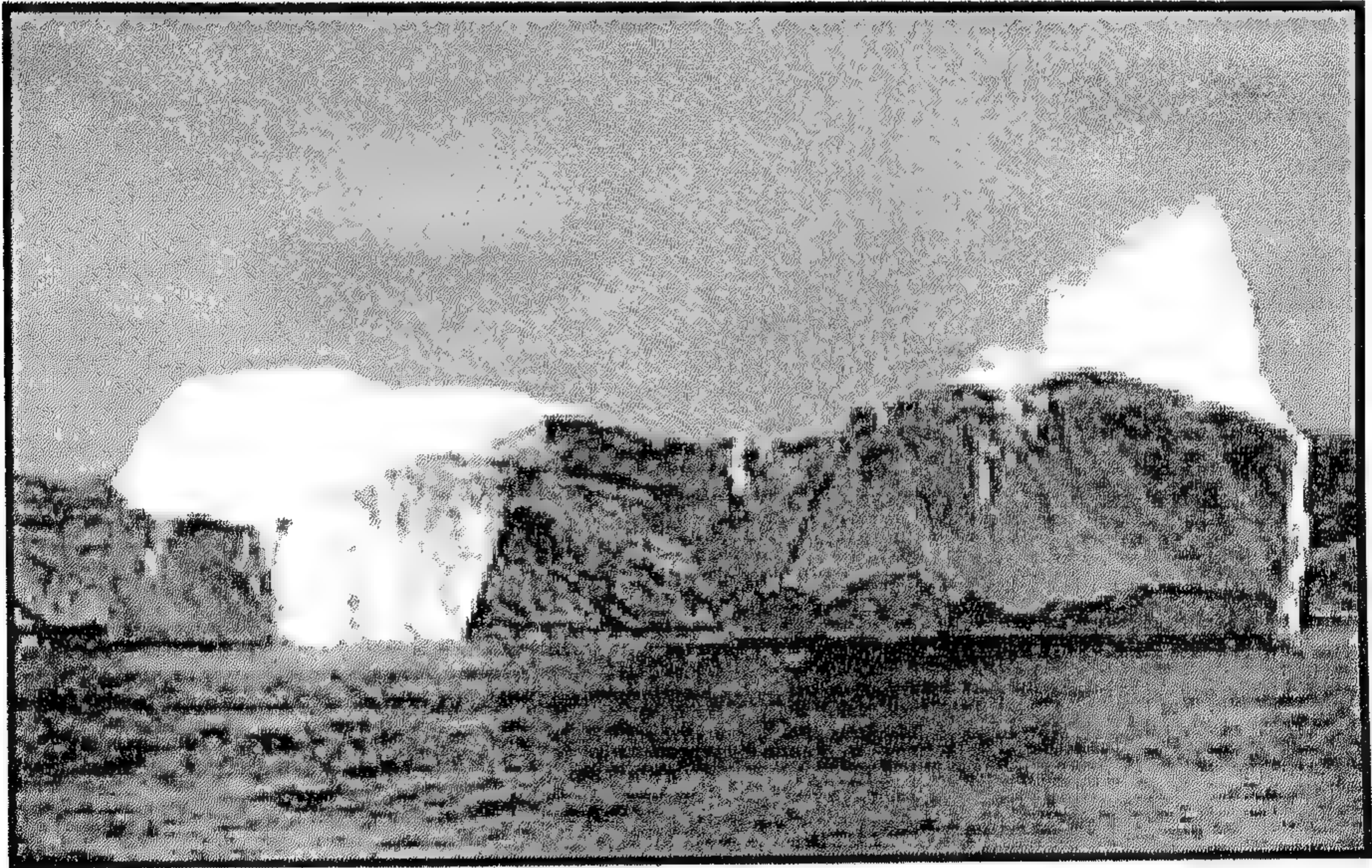


الفصل الأول

ويتواجد بخار الماء فوق أسطح المياه السائلة للبحار والمحيطات والأنهار .
ومن المهم ذكر انه قد يتحول الماء من حالة إلى أخرى عندما تؤثر عليه عمليات
فيزيائية معينة فمثلا يتحول الماء من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة بفعل الانصهار ،
ويعود إلى الحالة الصلبة بفعل التجمد ، اما تحوله من الحالة السائلة إلى الغازية فيكون
بأثر التبخير ويرجع مرة أخرى من الحالة الغازية إلى السائلة عن طريق التكثيف .
اذ فعمليات التكثيف والانصهار والتجمد والتبخير هي العمليات المسئولة عن تحول الماء
من حالة إلى أخرى .



مخطط مبسط لتحول الماء من حالة إلى أخرى



1 - 6. أنواع الماء طبقا لاماكن وطبيعة تواجده الماء

Types of Water according to Places and Nature of Occurring

يمكن تقسيم الماء إلى أربعة أنواع رئيسية طبقا لمكان وطبيعة تواجده علي الأرض

وهي:

أ- الماء الجوي Atmospheric water

وهو الذي يتواجد في الجو ويتمثل في ماء المطر وماء تساقط الثلج (وتتميز هذه النوعية من المياه باحتوائها علي بعض الغبار ، سخام ، جسيمات عالقة وبكتريا الهواء وربما تحتوي علي غاز ثاني أكسيد الكربون أو غازات أخرى مثل الأكاسيد الكبريتية والنتر وجينية في حالة التلوث).

ب- المياه السطحية Surface water

وهي المياه التي تجري علي سطح الأرض مثل المياه الجبلية ومياه الأنهار والبحيرات والترع والقنوات و الاغادير والجداول (وتتميز بوجود مواد عضوية وفلورا التربة) وبعض الأنواع البكتيرية والأوليات.

ت- المياه الجوفية Ground water

وهي المياه المتخللة بالترشيح إلى جوف الأرض (وتتميز معظم أنواع الماء الجوفي بالنقاء ، وربما تحتوي علي كميات قليلة جدا من البكتريا ومواد عضوية قليلة جدا) لا تستطيع الميكروبات التكاثف في هذه المياه.

ث- المياه المخزنة Stored water

وهي مياه البرك، الخزانات، المستودعات الأرضية ومياه المحيطات (ومياهها تختلف باختلاف اماكن التواجد وطبيعة استهلاكها وتكوينها الكيميائي).

1 - 7. الماء النقي Pure Water

هو الماء الصالح للشرب والاستعمال ولا يحتوي علي اية شوائب أو عوالق أو ملوثات طبيعية أو حيوية، أو كيميائية، ومقبول الطعم واللون والرائحة. الماء النقي سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له، يستوي في ذلك الماء المالح والماء العذب. إلا أن الماء العذب عديم الطعم، بينما الماء المالح له طعم مالح؛ نتيجة ذوبان أملاح به. و الماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه في البحار والمحيطات و المياه النقية تغلي عند درجة 100 مئوية في مستوي سطح البحر حيث يكون الضغط الجوي العادي 76 سم زئبقي. . والجدول التالي يبين الخصائص الطبيعية للماء النقي.

جدول 1-2

الخصائص الطبيعية للماء النقي

الخصائص	القيمة
اللون	خال تماما
الطعم	خال تماما
الرائحة	خال تماما
الشوائب العالقة طبيعية أو حيوية	خال تماما
المركبات العضوية	خال تماما
المركبات الغير العضوية الضارة والسامة	خال تماما
الكائنات الحية الدقيقة الممرضة	خال تماما
الأكسجين الذائب عند 25 مئوية	5 - 8 مليجرام / لتر
ثاني أكسيد الكربون الذائب عند 25 مئوية	2 - 3 مليجرام / لتر
درجة التوصيل الكهربائي عند 18 مئوية	0.0004 ميكروموز / سم
درجة التوصيل الحراري عند 40.8 مئوية	1.555 وات / متر. حرارة
معامل الانكسار الضوئي عند 20 مئوية	1.33 وحدة
الضغط البخاري عند 20 مئوية	17.62 مليمتر زئبق

مقدمة عن المياه

الخصائص	القيمة
الحرارة النوعية عند 1 مئوية	1.00 كيلو جول/كجم.درجة
الحرارة النوعية عند 20 مئوية	0.99 كيلو جول/كجم.درجة
الكثافة عند 4 مئوية	1.00 جرام /سم 3
الكثافة عند 20 مئوية	0.99823 جرام /سم 3
درجة التجمد	صفر درجة مئوية
درجة الغليان	100 درجة مئوية
الرقم الهيدروجيني	7
الحرارة الكامنة للتبخير عند 20 مئوية	584.9 جرام. كالوري/جرام
التوتر السطحي عند 20 مئوية	72.75 داین /سم

بينما تعرف المياه الغير صالحة للاستعمال أو المياه الملوثة بأنها المياه التي تحتوى على بكتيريا أو مواد كيميائية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظرا لما تسببه من أمراض مما يؤكد عدم صلاحيتها كمياه للشرب أو ري المزروعات.

وتحتوي المياه الطبيعية سواء كانت مياه سطحية أو جوفية أو مياه أمطار علي كثير من المواد والتي قد تكون ذائبة أو عالقة في المياه والمواد العالقة قد تكون ذات طبيعة غروية(غالبا ما تملو المياه الجوفية من المواد العالقة) والجدول التالي يبين المواد التي تتواجد في المياه الطبيعية من مصادر مختلفة .

جدول 1 - 3

المكونات الطبيعية للمياه

مياه الأمطار	
مواد عالقة	بعض الشوائب التي تتواجد في الجو عند نزول المطر مثل الغبار والجسيمات.
مواد ذائبة	غازات مثل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين وبعض الأملاح

الفصل الأول

المياه السطحية	
مواد عالقة	الطين والطيني والكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبروتوزا والبكتريا وكذلك المواد العضوية.
مواد ذائبة	ثاني أكسيد الكربون و النيتروجين والأكسجين وأحماض عضوية، الأمونيا، وأملاح الكلوريدات والكبريتات والفوسفات والسيليكات.
مواد عالقة غروية	مواد ملونة وأحماض ومواد عضوية
المياه الجوفية	
مواد عالقة	بعض الكائنات الحية الدقيقة (نادرا)
مواد ذائبة	أملاح البيكربونات والكربونات، الكبريتات، والكلوريدات، وهيدروكسيد (المنجنيز والحديد والكالسيوم) والغازات مثل النيتروجين والأكسجين
مواد عالقة غروية	السيلكا وأكسيد الحديد والمنجنيز.

1 - 8. الماء السائل الفريد Water the Unique Liquid

الماء ميزه الخالق سبحانه وتعالى بالعديد من الصفات الفيزيائية، والكيميائية والحيوية التي جعلت حقاً سائل الحياة الفريد، وجعلته بحق أعجب وأعظم سائل، فلولا ما كانت على الأرض حياة وبدونه لا يوجد سائل الدعم، وعصارات النبات ولولا الماء ما نظمت درجة حرارة الأرض، ولا فتتت صخورها ولا تشقت تربتها الزراعية ولعجزنا عن إنبات حبة واحدة على سطح الأرض.

الله سبحانه وتعالى خلق الأرض والسماء وأراد أن يخلق الإنسان على هذه الأرض خلق له الماء الذي فيه قوام حياته وحياة من حوله من الكائنات الحية قال الله عز وجل:

﴿أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ (الأنبياء: 30)

والماء هو مادة الحياة وإكسيرها السحري الذي بدونهُ لا استحالَت الحياة على سطح هذا الكوكب .

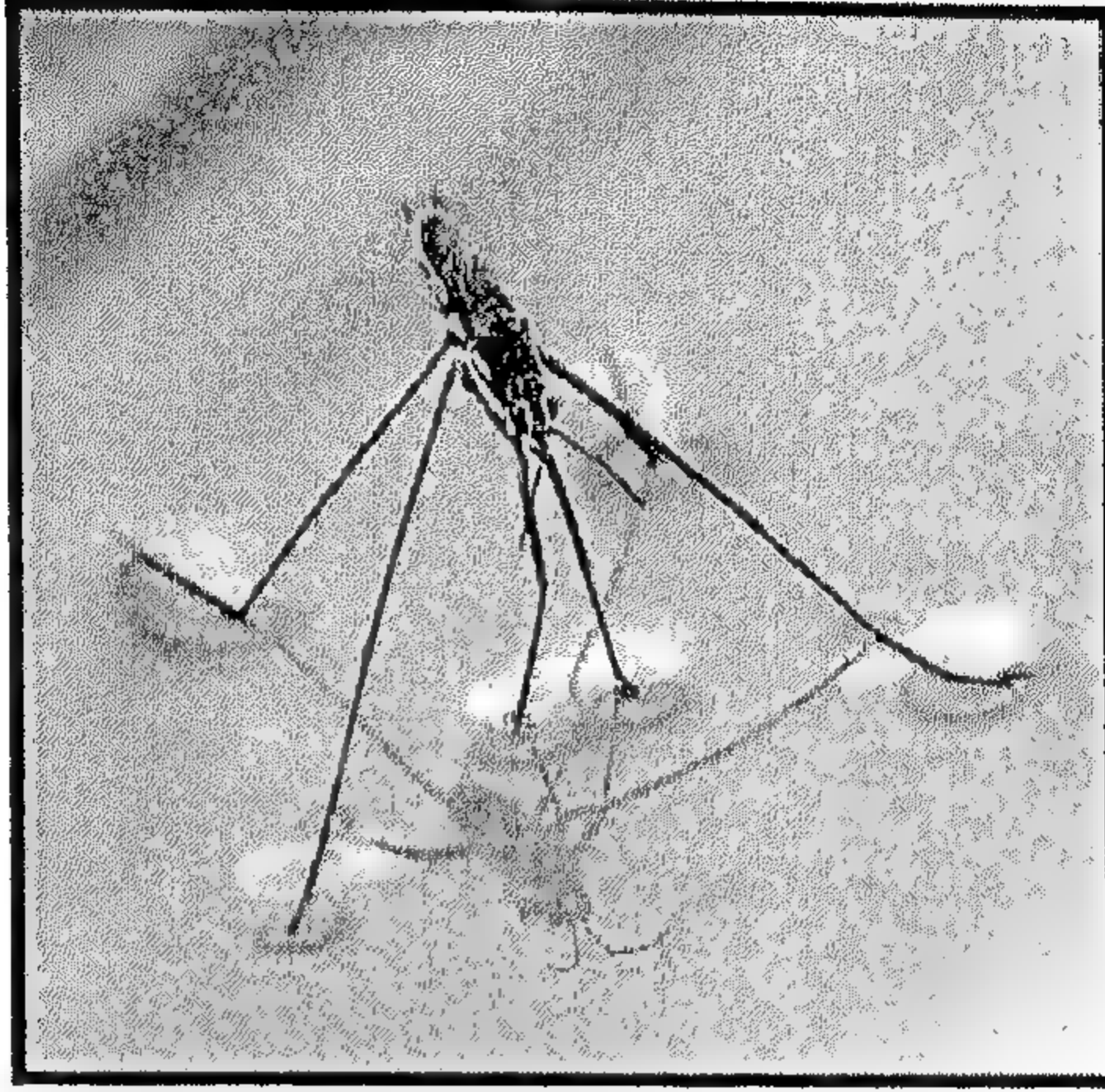
الماء السائل الفيزيائي الفريد

يمتاز الماء بكثير من الخواص الطبيعية الفيزيائية الفريدة والتي أعطته واكسبته صفات فريدة بين السوائل الأخرى . فاللزوجة والخاصية الشعرية والقطبية والتماسك والتلاصق وثباته واستقراره الحراري وكثافته العجيبة كل هذه الصفات الطبيعية جعلته مناسباً للحياة ومتوافقاً مع الخصائص الطبيعية والفيزيائية للكائنات الحية والعناصر والمواد غير الحية .

وأهم الصفات الفيزيائية الفريدة للماء هي :

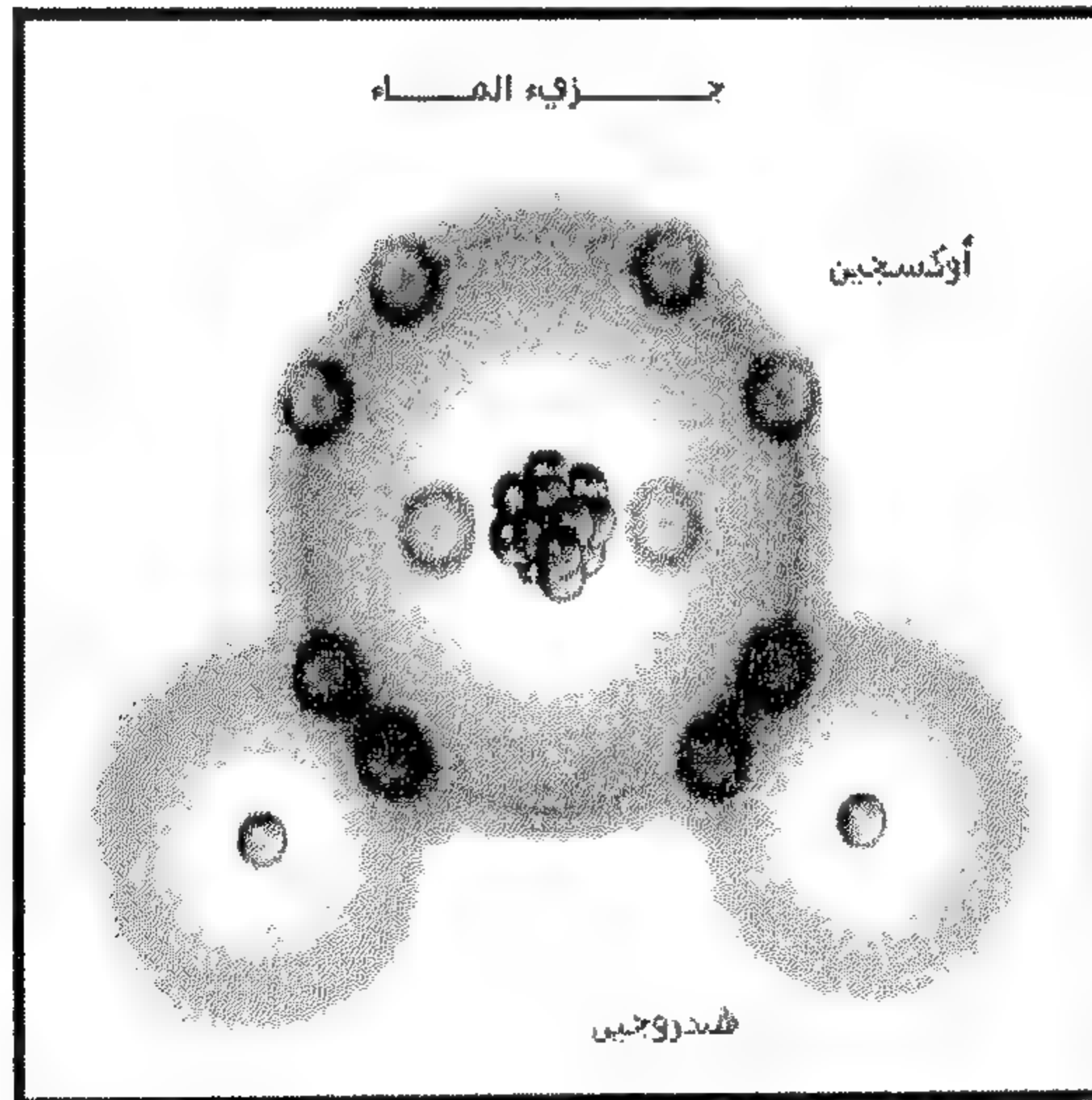
- درجات التجمد والغليان .
- لزوجة الماء وجريانه .
- الخاصية الشعرية والتوتر السطحي .
- قطبيته التي جعلته يعمل كمغناطيس .
- أشد السوائل تماسكا وتلاصقا .
- ثباته واستقراره الحراري المثالي .
- كثافة الماء العجيبة .

الفصل الأول



الماء السائل الكيميائي العجيب

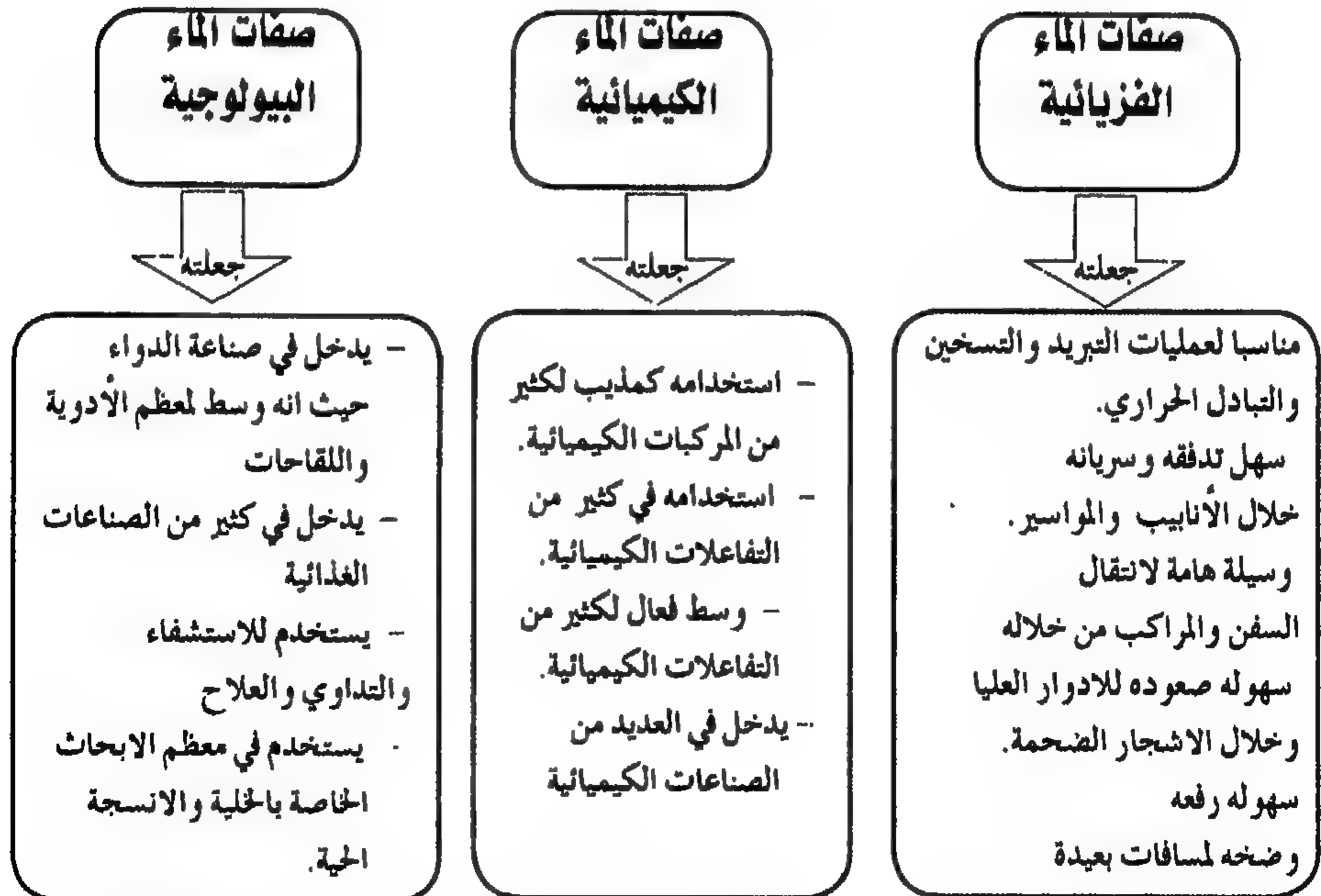
الماء مركب كيميائي يتكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة أكسجين ذو ارتباط كيميائي فريد من نوعه، و الماء مذيئاً رئيسياً لكثير من المواد الكيميائية ووسطاً جيداً للكثير من التفاعلات الكيميائية، وللماء كثير من الصفات الكيميائية الفريدة والتي أعطته كثير من المميزات الجيدة كسائل بين السوائل الأخرى، فالإذابة والتأين والحامضية والقلوية من أبرز صفات الماء الكيميائية.



الماء السائل البيولوجي العجيب

أثبت علم الخلية أن الماء هو المكون المهم في تركيب مادة الخلية، وهي وحدة البناء في كل كائن حي نباتا كان أو حيوانا، وأثبت علم وظائف الأعضاء أن الماء ضروري لقيام كل عضو بوظائفه التي بدونها لا تتوافر له مظاهر الحياة ومقوماتها. خلال دوره الرئيسي في العمليات الحيوية التي تتم داخل جسم الكائن الحي. والماء هو السائل الوحيد الذي يمكن أن يعيش فيه إعداد هائلة من الكائنات الحية، فالبيئة المائية البحرية تحتوي على الآلاف من الكائنات الحية الكبيرة والصغيرة والدقيقة التي لا تري إلا بالميكروسكوب في تنوع يشهد بعظمة الخالق سبحانه وتعالى. وتتمثل الأهمية البيولوجية للماء في النقاط التالية:

- الماء مكون هام للإنسان والحيوان والنبات.
- الماء مكون هام للخلية الحيوانية والنباتية.
- الماء بيئة مناسبة لنمو وحياء وتكاثر العديد من الكائنات الحية الدقيقة.
- الماء له وظائف حيوية هامة جدا داخل أجسام الكائنات الحية.



1 - 9. أهمية الماء Importance of Water

كل نبات وحيوان وإنسان بحاجة إلى الماء ليبقى حيًا. ذلك لأن كل العمليات الحيوية من تناول الطعام إلى التخلص من الفضلات تحتاج إلى الماء. لكن اعتماد الناس على الماء يتعدى حاجتهم للبقاء أحياء، فنحن نحتاج إلى الماء أيضًا في أسلوب ونمط معيشتنا، ونحتاج إليه في منازلنا للنظافة الشخصية وطبخ الطعام، وغسل الأطباق، ونحتاج إليه في مصانعنا لإنتاج كل شيء تقريبًا من السيارات حتى السحابات التي نستعملها في ملابسنا. ونحتاجه في عمليات الري لزراعة المحاصيل في المناطق التي لا تحظى بمطار كافية فالإنسان يعتمد على الماء تقريبًا في كل شيء في مأكله ومشربه ونظافته وصناعاته ومنتجاته وانتقاله ورفاهيته بل أحيانًا في حروبه وغزواته.

أهمية الماء للكائنات الحية

. يتكون كل كائن حي في معظمه من الماء، فجسم الإنسان مؤلف بنسبة 65 % من الماء وهكذا الحال في الفأر. أما الفيل وسنبلة القمح فيتألفان بنسبة 70 % من الماء، ودرنة البطاطس ودودة الأرض تتألفان من 80 % من الماء. أما ثمرة الطماطم ففيها 95 % من الماء.

وتحتاج كل الكائنات الحية إلى كميات من الماء للقيام بعملياتها الحيوية. ويجب أن تتناول النباتات والحيوانات والإنسان العناصر الغذائية. وتساعد المحاليل المائية على تحليل العناصر الغذائية، وتحملها إلى كافة أجزاء جسم الكائن الحي. ومن خلال عمليات كيميائية يحول الكائن الحي العناصر الغذائية إلى طاقة أو إلى مواد لازمة لنموه أو إصلاح ما تلف منها. وتتم هذه التفاعلات في وسط محلول مائي. وأخيرًا فإن الكائن الحي يحتاج إلى الماء للتخلص من الفضلات. وعلى كل كائن حي أن يتناول الماء في حدود طبيعته وإلا سيموت. فالإنسان يستطيع أن يبقى على قيد الحياة لمدة أسبوع واحد فقط بلا ماء. ويموت الإنسان إذا فقد جسمه أكثر من 20 % من الماء. ويجب على

الإنسان تناول حوالي 2.4 لتر من الماء يوميًا، إما على هيئة ماء شرب أو مشروبات أخرى غير الماء مثل الشاي والعصائر أو في الطعام الذي يتناوله والذي يحتوي على نسبة كبيرة من الماء كالخضروات والفواكه.

الماء للاستعمال في المنزل

يستعمل الناس الماء لأكثر من حاجتهم للبقاء أحياء. فهم يحتاجون الماء للتنظيف والطبخ والاستحمام والتخلص من الفضلات. فاستعمال الماء بهذه الصورة يعتبر ضربًا من الرفاهية لكثير من الناس. وملايين المنازل في آسيا وإفريقيا وأمريكا الجنوبية ليس بها ماء جارٍ. ويتعين على الناس هناك سحب الماء يدويًا من بئر القرية، أو حمله في جرار من البرك والأنهار البعيدة عن منازلهم.

ويمكن أن يستعمل كل فرد في بلد متقدم ما معدله 380 لترًا من الماء في منزله يوميًا، حيث يلزم استخدام 26 لترًا من الماء لطرد أقدار المرحاض في كل مرة، كما يلزم ما يتراوح بين 76 و114 لترًا للاستحمام. وتحتاج كل دقيقة تحت دُش الحمام إلى 19 لترًا من الماء على الأقل، ويلزم 57 لترًا من الماء لغسل الأطباق في المنزل و 152 لترًا لتشغيل غسالة ملابس أوماتيكية.

الماء لعمليات الري.

منذ فجر التاريخ ومنذ معرفة الإنسان للزراعة وهو يستخدم الماء لري مزرعاته ومحاصيله. وتتطلب معظم النباتات التي يزرعها الناس كميات كبيرة من الماء. فعلى سبيل المثال، يلزم 435 لترًا من الماء لزراعة كمية من القمح تكفي لخبز رغيف واحد. ويزرع الناس معظم محاصيلهم الزراعية في المناطق ذات الأمطار الوفيرة، ولكنهم في سبيل الحصول على ما يكفيهم من الغذاء فإنه يلزمهم ري المناطق الجافة. ولا تعتبر كميات الأمطار التي تستهلكها المحاصيل الزراعية من ضمن استعمالات الماء، حيث إن مياه هذه الأمطار لم تأت من موارد مياه البلد. ولكن مياه الري من الناحية الأخرى تعتبر ضمن استعمالات الماء إذ إنها تُسحب من الأنهار والبحيرات والآبار.

الفصل الأول

ومياه الري التي تستعملها أمة ما تعتبر مهمة بالنسبة لمواردها المائية، إذ إن هذه المياه تعتبر مستهلكة زائلة ولن يبقى منها شيء يعاد استعماله. تأخذ النباتات الماء عن طريق جذورها، ثم تمرره بعد ذلك عبر أوراقها إلى الهواء على هيئة غاز يسمى بخار الماء. وتحمل الرياح هذا البخار وهكذا يزول الماء السائل. ومن الناحية الأخرى فإن كل الماء المستعمل في منازلنا يعود إلى مصادر الماء ثانية. فالماء يحمل عبر أنابيب الصرف الصحي إلى الأنهار ثانية حيث يعاد استعماله مرة أخرى. وفي أستراليا التي تعتبر أكثر قارات العالم جفافاً (ماعدا أنتاركتيكا)، تستهلك عمليات الري 74 % من مجمل الماء المستعمل.

يذهب حوالي 41 % من الماء المستعمل في الولايات المتحدة لعمليات الري. أما في المملكة المتحدة وهي قطر ذو أمطار صيفية غزيرة فإن حوالي 1 % من مجمل استعمال المياه يذهب للزراعة. ومعظم هذه الكمية تُستعمل في عمليات الري بالرش وذلك لبضعة أيام فقط أثناء فصل الصيف.

الماء للصناعة

من الاستعمالات الكبيرة للماء هو استعماله في الصناعة والإنتاج الصناعي. والمياه متطلب هام جداً من متطلبات أية صناعة بشكل أو بآخر ويصعب أن تقوم صناعة بدون الاعتماد على الماء سواء كان ذلك بصورة مباشرة أو بصورة غير مباشرة، كما يصعب أن تخلو معظم العمليات الصناعية من استخدام للماء في مراحلها المختلفة.

فيلزم حوالي 144.000 لتر من الماء لعمل طن متري واحد من الورق. ويستعمل أرباب الصناعة حوالي 10 لترات من الماء لتكرير لتر واحد من النفط. وتسحب المصانع في الولايات المتحدة حوالي 600 مليون لتر من الماء يومياً من الآبار والأنهار والبحيرات. وتُعتبر هذه الكمية معادلة لحوالي 52 % من كميات الماء المستعمل في الولايات المتحدة.

وبالإضافة لهذا تشتري العديد من المصانع الماء من إدارات المياه في المدن. وتستعمل الصناعة في إنجلترا وويلز 80 % من مجمل كميات المياه المستعملة هناك. وتستعمل الصناعة الماء بعدة طرق فهي تستعمله في تنظيف الفاكهة والخضراوات قبل تعبئتها أو تجميدها. ويستعمل مادة أساسية في المشروبات الغازية والأطعمة المعلبة المحفوظة ومنتجات عديدة أخرى وفي تكييف الهواء وتنظيف المصانع أيضاً. ولكن معظم كميات المياه المستعملة في الصناعة يتم استعمالها في عمليات التبريد وإنتاج البخار. فمثلاً يبرد الماء البخار المستعمل في إنتاج القدرة الكهربائية من حرق الوقود، كما يقوم بتبريد الغازات الساخنة الناتجة عن عمليات تكرير النفط. ويبرد الفولاذ الساخن في مصانع الفولاذ.

ومع أن الصناعة تستعمل كميات وفيرة من الماء، إلا أن نحو 2 % فقط من هذا الماء يعتبر مستهلكاً مهدراً. ويعاد معظم الماء المستعمل في عمليات التبريد ثانية إلى الأنهار والبحيرات التي أخذ منها أصلاً. والماء المستهلك في الصناعة هو ذلك الماء المضاف للمشروبات الغازية والمنتجات الأخرى. وكذلك كميات الماء القليلة التي تتحول إلى بخار أثناء عمليات التبريد.

والمنتجات الصناعية تمثل استهلاكاً «غير مباشر» للماء في الحياة الاعتيادية فتكشف الإحصائيات إلى فرط الاستهلاك غير المباشر للماء في الحياة اليومية. أن الاستهلاك غير المباشر للمياه هو عبارة عن كمية المياه الداخلة في تصنيع المنتجات الصناعية والتي يتم شراؤها في الحياة الاعتيادية (يمكن تحويل كل المنتجات الصناعية إلى كميات مناظرة من المياه). لتوضيح الفكرة نجد أن سروال الجينز يحتاج إلى 8000 لتر من الماء كي يصل إلينا بهذه الصورة. فالقطن من أكثر النباتات «العطشى» في العالم، وبالتالي فهو من أكثر النباتات المستهلكة للمياه في العالم. ومن يستهلك 50 ورقة يوميا في أجهزة الطباعة والفاكس والاستنساخ يستهلك في الواقع أكثر من لتر من المياه المستخدمة في صناعة الورق والأحبار.

الفصل الأول

الماء لتوليد الطاقة الكهربائية

يستعمل الناس الماء أيضًا في إنتاج القدرة الكهربائية اللازمة لإضاءة منازلهم وتشغيل مصانعهم. وتقوم محطات توليد القدرة الكهربائية باستعمال الفحم الحجري أو أي وقود آخر لتحويل الماء إلى بخار. ويؤمن البخار الطاقة اللازمة لتشغيل الآلات التي ستنتج الطاقة الكهربائية. وتستخدم محطات توليد القوة الكهرومائية طاقة المياه الساقطة من الشلالات والسدود لتدوير التوربينات التي تدفع بدورها مولدًا لإنتاج الكهرباء. وقد يصل إنتاج الطاقة الكهربائية من الماء إلى نسبة 80 % من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في البلاد كما هو الحال في كندا.

الماء لعمليات النقل والترويح والترفيه

كان الماء ولا يزال من أهم وسائل النقل والترويح في الحقب الزمنية المختلفة، فبدأ الناس استخدام الأنهار والبحيرات في تنقلاتهم وحمل بضائعهم وذلك بعد أن تعلموا بناء القوارب الصغيرة. وبعد أن بنوا القوارب الكبيرة أبحروا في المحيط بحثًا عن بلاد وطرق تجارية جديدة. ولا زالوا يعتمدون على عمليات النقل البحري لنقل منتجاتهم الثقيلة كالآليات والفحم الحجري والحبوب والزيوت.

بنى الناس معظم متنزهاتهم ووسائل ترويحهم على امتداد البحيرات والأنهار والبحار. وهم يتمتعون بالرياضات على الماء كالسباحة وصيد السمك والإبحار، كما يتمتعون بجمال البحيرات الهادئة وشلالات الماء الهادرة وبالأمواج الصاخبة وهي تنكسر على الشاطئ. بل إن الناس ومنذ عشرات السنين جلبوا الماء إلى بيوتهم للترفيه والاستجمام فأنشأوا حمامات السباحة المنزلية وأحواض الجاكوزي وأنشأوا ملاهي خاصة بالماء تعرف بالملاهي المائية تكثر فيها الألعاب المائية للأطفال والكبار على السواء.

1 - 10. استخدامات واستهلاك المياه

Water Usage and Consumption

يستعمل الماء في كثير من الأغراض الحيوية والهامة للإنسان وكما قلنا عن أهمية الماء لحياه الإنسان والحيوان والنبات ، فإن الماء يعد من أكثر المواد استخداما في حياة الإنسان سواء علي المستوي الصناعي أو الزراعي أو التجاري أو حتي الترفيهي .
وتتلخص أهم استعمالات الإنسان للمياه في الأغراض الآتية : -

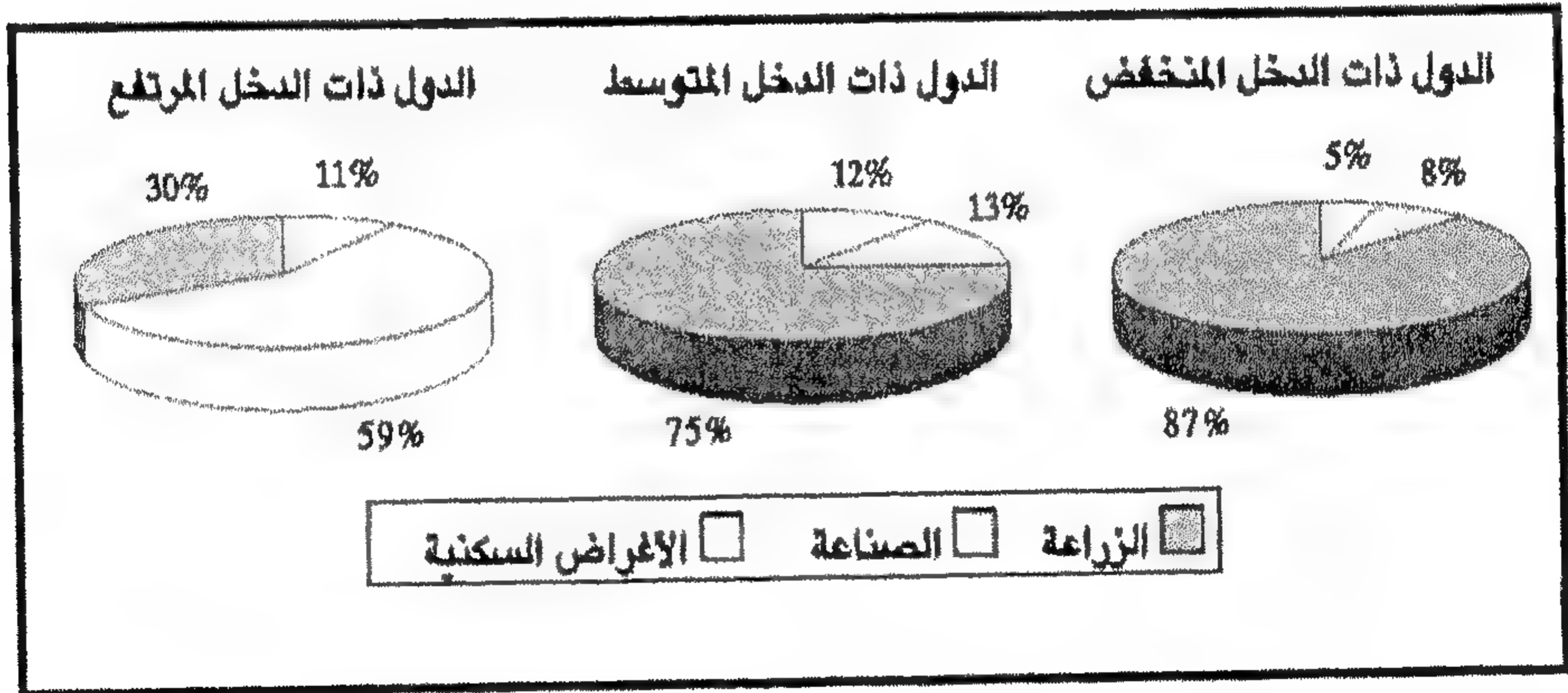
- الري والزراعة وسقي الحيوانات .
- الاستزراع البحري للكائنات المائية.
- الشرب والاستحمام .
- إعداد الأطعمة والمشروبات .
- الغسيل والتنظيف وطررد المخلفات .
- الاستخدامات في الصناعة .
- التعدين واستخراج الثروات .
- توليد الطاقة الكهربائية .
- نقل البضائع والسلع .
- الاستخدامات الترفيهية .
- مصدر للثروة الحيوانية كالأسماء .

وفقاً لبيانات التي نشرتها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في عام 1998م ، تعد الزراعة أكثر القطاعات استهلاكاً للماء إذا تصل نسبة ما تستهلكه إلى أكثر من 70 % من الاستهلاك العالمي للمياه النقية ، ويأتي قطاع الصناعة كثاني أكبر مستهلك للمياه بنسبة 20 % ، بينما يصل الاستهلاك المنزلي (السكني) إلى أقل من 10 % ولكنه يتطلب نوعية وجودة للماء أفضل بكثير من نوعية الزراعة والصناعة . ويلخص الشكل

الفصل الأول

أدناه توزيع الماء التي تستهلكها هذه القطاعات كدلالة علي مستوى دخل الدولة، حيث تظهر هذه البيانات ثلاثة اتجاهات رئيسية هي:

- ان الزراعة هي اكبر مستهلك للمياه في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط.
- ان حصة المياه التي تستهلكها الصناعة تكون اكبر في الدول ذات الدخل المرتفع، وذلك لاختلاف الهياكل الاقتصادية، واستخدام المياه في الزراعة بصورة أكثر كفاءة.
- ان الاستهلاك المحلي (السكني) لا يمثل الا نسبة ضئيلة من الاستهلاك الاجمالي للماء في كافة الدول علي اختلاف مستوى الدخل، الا ان متطلبات جودة المياه تكون اعلي.



استهلاك الماء داخل المنزل

تختلف نسبة المياه المستعملة في المنازل من بلد لآخر بل من منطقة ل أخرى في البلد نفسه فمثلا معدلات وطبيعة الاستهلاك في الريف تختلف عنها في المدن ففي بعض المدن الأوروبية والأمريكية تكون النسب الآتية :-

- 35 % لكسح المراحيض .
- 30 % للمطابخ والشرب .
- 17 % للحمامات .
- 15 % غسيل الملابس .
- 3 % غسيل السيارات ، وري النباتات المنزلية .
- أما في الشرق الأوسط والدول العربية فتكون النسب مختلفة لارتفاع درجة الحرارة واختلاف عادات الناس وتقاليدهم وطبيعة معيشتهم ومتطلباتهم الدينية، فترتفع نسبة المياه المستعملة في الحمامات وغسيل الملابس وتكون النسب كالتالي : -
- 25 % لكسح المراحيض .
- 27 % للمطابخ والشرب .
- 24 % للحمامات .
- 22 % غسيل الملابس .
- 2 % غسيل السيارات ، وري النباتات المنزلية .
- ومن المهم ذكر الآتي نتيجة لارتفاع مستوى المعيشة في بعض البلدان الخليجية وانتشار الفيلات الخاصة والحدائق الخاصة فقد ارتفعت نسب استهلاك المياه المطلوبة لتلك الأغراض وأيضاً استهلاك المياه المستخدم في أجهزة التبريد والتكييف المائية في المناطق الحارة والجافة . . وتختلف الكمية المستهلكة طبقاً لنوعية وطبيعة الاستخدام داخل المنزل . ويبين الجدول التالي أهم استخدامات الماء داخل المنزل وكميات الاستهلاك .

الفصل الأول

جدول 1 - 4

كميات استهلاك الماء في الأغراض المنزلية المختلفة

النشاط	استهلاك الماء
ماء الشرب	2 - 4 لتر /يوم للشخص
اخذ حمام	5 جالون في الدقيقة للماء الجاري المتدفق
طرد المخلفات بدفق الماء في المراض	5 جالون لكل دفقة
غسل الأطباق يدويا	5 جالون في الدقيقة
غسل الأطباق بغسالة الأطباق	20 جالون لكل دورة غسيل
غسل الأسنان	2 جالون في الدقيقة
غسيل الأيدي	2 جالون في الدقيقة
غسالة الملابس	50 جالون لكل دورة غسيل
سقي نباتات الحديقة	3 جالون في الدقيقة
غسل السيارة	10 جالون في الدقيقة للماء الجاري المتدفق



الفصل الثاني

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

2. مقدمة

2 - 1. خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

2 - 1 - 1. الخصائص الفيزيائية للمياه

2 - 1 - 2. الخصائص الكيميائية للمياه

2 - 1 - 3. الخواص الحيوية للمياه

2 - 2. الملوثات من الكائنات الحية الدقيقة لمياه الشرب

2 - 3. المياه غير الملوثة

2 - 4. المياه الملوثة

الفصل الثاني

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

2. مقدمة Introduction

الصيغة الكيميائية للماء هي H_2O ولكن للماء عديد من الخصائص والتي ليس من السهل وصفها وشرحها بصورة مبسطة. فمثلا في درجات الحرارة المنخفضة الماء يتصرف كأنه في صورة جزيئية H_2O أو H_2O_2 مرتبطة ببعضها بجسور هيدروجينية. وفي حالات التجمد فان الروابط الهيكلية للماء تكون أكثر أهمية من الاهتزاز الحراري الذي يشجع علي فقد الترابط والالتحام بين الجزيئات. وتزداد كثافة الماء بارتفاع درجة الحرارة. نتيجة للتركيب الجزيئي للماء وخصائصه الكهربائية والتي لها ثابت كهربى عالي وتوصيلية كهربية منخفضة، فان الماء له قدرة علي إذابة العديد من المواد، ومن ثم فان كيمياء الماء الطبيعي تكون معقدة جدا.

كل المياه الطبيعية تحتوي علي كميات متفاوتة من المواد الأخرى بتركيزات تتراوح بين كميات ضئيلة جدا علي مستوي النانوجرام لكل لتر كالمواد العضوية الذرة في مياه الأمطار، إلى أن تصل إلى حوالي 35.000 مجم/لتر لمياه البحر. المياه المستعملة (مياه الصرف) تحتوي علي معظم المواد الذائبة الموجودة في مصادر امدادات الماء بالإضافة إلى الشوائب والملوثات التي تنتج من الأنشطة المختلفة. وهكذا فان أيضاً الإنسان ينتج 6 جرامات من الكلوريد في اليوم ومن ثم فلو استهلك الإنسان 150 لتر في اليوم من الماء في أغراضه المختلفة فان مياه الصرف الصحي البلدية الناتجة عنه سوف تحتوي علي الأقل 40مجم/لتر من الكلوريد. مياه الصرف النموذجية تحتوي علي حوالي

الفصل الثاني

1000مجم/لتر من المواد الصلبة في صورة ذائبة ومعلقة ومن ثم فان هذه المياه تكون 99.9 % مياه خالصة.

لفهم طبيعة أي عينة للماء بصورة حقيقة فانه من الضروري قياس خصائص عديدة في العينة وذلك بتحليل العينة مع الانتباه للخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لتلك العينة.

2 - 1 . خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

Physical ، Chemical and Biological Characteristics

تتميز الأنواع المختلفة من المياه بالعديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والتي تميز كل نوع من الماء علي الآخر، وتعتمد هذه الخصائص علي طبيعة مصدر الماء وطبيعة تكوينه ومكان استقراره وجريانه، والمؤثرات البيئية المحيطة به.

2 - 1 - 1 . الخصائص الفيزيائية للمياه Physical Characteristics

وهي الخصائص الطبيعية المميزة للماء، وهي في كثير من الحالات سهلة القياس والتقدير نسبيا ويمكن ملاحظتها والإحساس بها من قبل الشخص العادي. ومن أهمها:

- درجة الحرارة .
- الكثافة.
- الطعم والرائحة .
- اللون .
- العكارة.
- المواد الصلبة .

- التوصيلية الكهربائية.
- النشاطية الإشعاعية.

الحرارة Temperature

الماء سائل عند درجة الحرارة الموجودة في معظم مناطق الكرة الأرضية. وتُعدّ درجة الحرارة التي يوجد عندها الماء في الصورة السائلة، إحدى الصفات الفريدة والمميزة للماء. فعند درجة الضغط الجوي العادي يكون الماء سائلاً بين درجتَي التجمد «صفر مئوي» ودرجة الغليان «100 م⁵». فيما لا توجد المواد الأخرى ذات التركيب المشابه للماء بصورة سائلة عند هذا النطاق الحراري الواسع.

الكثافة Density

غالباً ما يشار للكثافة النوعية للماء عند درجة حرارة 4 مئوية وضغط طبيعي (1 ضغط جوي). ويفضل استخدام كلا من هذه الحرارة والضغط لأن كثافة الماء تكون أكبر ما تكون في هذه الحالة وهي تساوي 1000 كجم/م³ في نظام الوحدات الدولي. وتقاس الكثافة بالجرام في كل سنتيمتر مكعب (الكتلة على الحجم). وتراوح قياساتها في المحيطات المفتوحة بين 1.024 و1.023 جرام، في السنتيمتر المكعب. وكثافة مياه البحار والمحيطات، أكثر تأثراً بدرجات الحرارة، منها بالملوحة أو الضغط. يمتاز الماء بأن له درجة كثافة قصوى فمعظم المواد تزداد كثافتها كلما انخفضت حرارتها. أما الماء فتزداد كثافته بانخفاض حرارته إلى 3.8 مئوية؛ ثم تبدأ كثافته بالانخفاض مرة أخرى كلما انخفضت حرارته وذلك بسبب بداية تكوّن البلورات الثلجية عند الدرجة المذكورة.

الفصل الثاني

وقد انعكس ذلك ، إيجاباً على المياه المحيطية من عدة وجوه؛ إذ إن هناك تطابق بين مياه البحار والمحيطات فالأقل كثافة ترتفع إلى السطح؛ والأكثر كثافة تنخفض في الأعماق . وبطبيعة الحال فإن مياه الأعماق هي أبرد من المياه السطحية . ولكن عند تجمد الماء فإنه يرتفع إلى السطح ، حيث يكون طبقة جليدية عازلة تبقى المياه تحتها بما فيها من أحياء بحرية نباتية وحيوانية . والملاحظ أن كثيراً من الأحياء البحرية تتحمل درجات حرارة منخفضة ولكنها تموت عند تجمد الماء . وتتباين كثافة المياه البحرية أفقياً كذلك متأثرة بالتغير في درجات الحرارة مع دوائر العرض وبنسب الملوحة التي ترتبط بها ارتباطاً إيجابياً؛ فضلاً عن تأثرها بكمية التدفق النهري من المياه العذبة والقرب والبعد من السواحل .

الطعم والرائحة Taste and Odor

الرائحة مثل الطعم هي قياس تأثير المواد المحفزة لاغشية الشم لدى الإنسان ، والماء النقي عديم الرائحة وتعد الرائحة من دلائل تغير طبيعة المياه فالماء الملوث كمياه الصرف لها رائحة مميزة منفرة في غالب الأحيان .

أسباب الرائحة تعزى إلى المواد العضوية الغريبة عن المياه الطبيعية أو المواد غير العضوية مثل كبريتيد الهيدروجين أو مياه المجارى أو المخلفات الصناعية أو الكائنات الحية مثل الطحالب والبروتوزوا والفطريات وبعض البكتيريا . وجميعها تسبب رائحة غير مقبولة في مياه الشرب .

أما طعم المياه فهو الإحساس الناتج عن تفاعل اللعاب والمواد المذابة في الماء إذا توجد علاقة وثيقة بين حاستي الذوق والشم؛ ومن الصعوبة التفريق بينهما إذ أن المادة التي تسبب رائحة معينة في الماء غالباً ما تؤدي إلى طعم معين الكن العكس غير صحيح ، فثمة مواد معدنية تسبب طعماً دون رائحة .

ويمكن القول بصفة عامة إن حاسة الطعم تفيد في الكشف عن الملوثات الغير عضوية في المياه (بعض الأملاح) بينما حاسة الشم تفيد في الكشف عن بعض الملوثات العضوية.

اللون Color

بعض العلماء يقولون انه حتى الماء النقي ليس عديم اللون تماما حيث انه لديه خلفية لونية خضراء مزرقّة خفيفة جدا أو لون اخضر مزرق باهت جدا جداً ويتضح ذلك في الكميات والحجوم الكبيرة من الماء. ومن الضروري جدا التفريق بين اللون الحقيقي نتيجة لوجود بعض المواد الذائبة في المحلول واللون الظاهري نتيجة لوجود المواد العالقة. معظم مستهلكي الماء لا يفضلون وجود لون للماء منهم منتجو الورق المستخدم للأغراض الفنية ذو الجودة العالية جدا.

يجب إزالة اللون من المياه ولو لم يكن له تأثير ضار في الصحة ذلك انه يؤدي إلى عدم استساغة الماء للشرب. كما أن اللون الناتج عن وجود الحديد أو المنجنيز في الماء يسبب تأثيرا سلبيا في نوعية الإنتاج في مجال الصناعة، فوجود نسبة من الحديد بالماء مثلا قد يؤثر في الصناعات النسيجية وبخاصة الصناعة القطنية اذ يترك بقعا صفراء تضر بنوعية الإنتاج وجودته. أما بالنسبة للمياه الملوثة مثل مياه الصرف الصحي فإنها عادة تكون ملونة لكونها غير صافية، والمواد العالقة التي تسبب لون للمياه الملوثة يمكن إزالتها بالترشيح أو بالترسيب.

العكارة Turbidity

وجود بعض المواد الصلبة الغروية تعطي للسائل مظهر عكاري غير صاف والذي من الناحية الجمالية غير مرغوب فيه وغير مستساغ وربما في بعض الأحيان يكون

الفصل الثاني

ضارا. والعكارة في الماء قد تكون نتيجة جزئيات التربة، المواد العالقة مثل ذرات الرمل والأترربة التي تلتصق على سطحها المواد العضوية، جزئيات الطمي التي تحتوى على مركبات السيليكا وأخرى مثل أكاسيد الحديد والألومنيوم والكربونات، وأيضا نتيجة وجود كميات كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب وبكتريا الحديد في الماء، بالإضافة إلى تلوث الماء بسبب صرف مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي.

المواد الصلبة Solids

المواد الصلبة في الماء ممكن أن تكون عالقة أو ذائبة في المحلول ويمكن تقسيمها إلى مواد عضوية أو مواد غير عضوية. الأملاح الكلية الذائبة TDS تكون لوجود الأملاح الذائبة، أما المواد الصلبة العالقة SS تكون نتيجة جسيمات منفصلة والتي يمكن تقديرها وقياسها عن طريق ترشيح عينة خلال ورقة ترشيح. والمواد العالقة تتواجد بالماء بسبب وجود بعض المواد العضوية (كبقايا النباتات أو الحيوانات) أو حيوية مثل البكتريا والطحالب وبعض الشوائب المعدنية (كالرمال والتراب) إضافة إلى مخلفات المصانع والمجاري ومركبات الحديد ونمو الطحالب والتفاعلات التي تنجم عنها. أما المواد القابلة للرسوب Settleable solids فتقدر عن طريق ترك عينة الماء لتترسب تلقائيا في مخبر اسطوانى سعة واحد لتر لمدة ساعة من الزمن.

التوصيلية الكهربائية Electrical conductivity

تعبر التوصيلية الكهربائية عن نسب الأملاح الكلية الذائبة في المياه، فارتفاعها يدل على ارتفاع نسب الأملاح في المياه، حيث انه كلما زادت الأملاح في المياه زادت توصيليتها الكهربائية (توصيل التيار الكهربى). وزيادة الأملاح اما ان تكون بفعل طبيعي كطبيعة المياه و الأرض الجوفية او ما تذيبه وتسقطه مياه الأمطار من

عناصر أو بفعل صناعي كصرف مياه الصرف الصحي أو الصناعي أو الزراعي علي المسطحات المائية الطبيعية. قياس التوصيلية الكهربائية للماء دليل سريع علي محتوى الماء من الأملاح الكلية الذائبة.

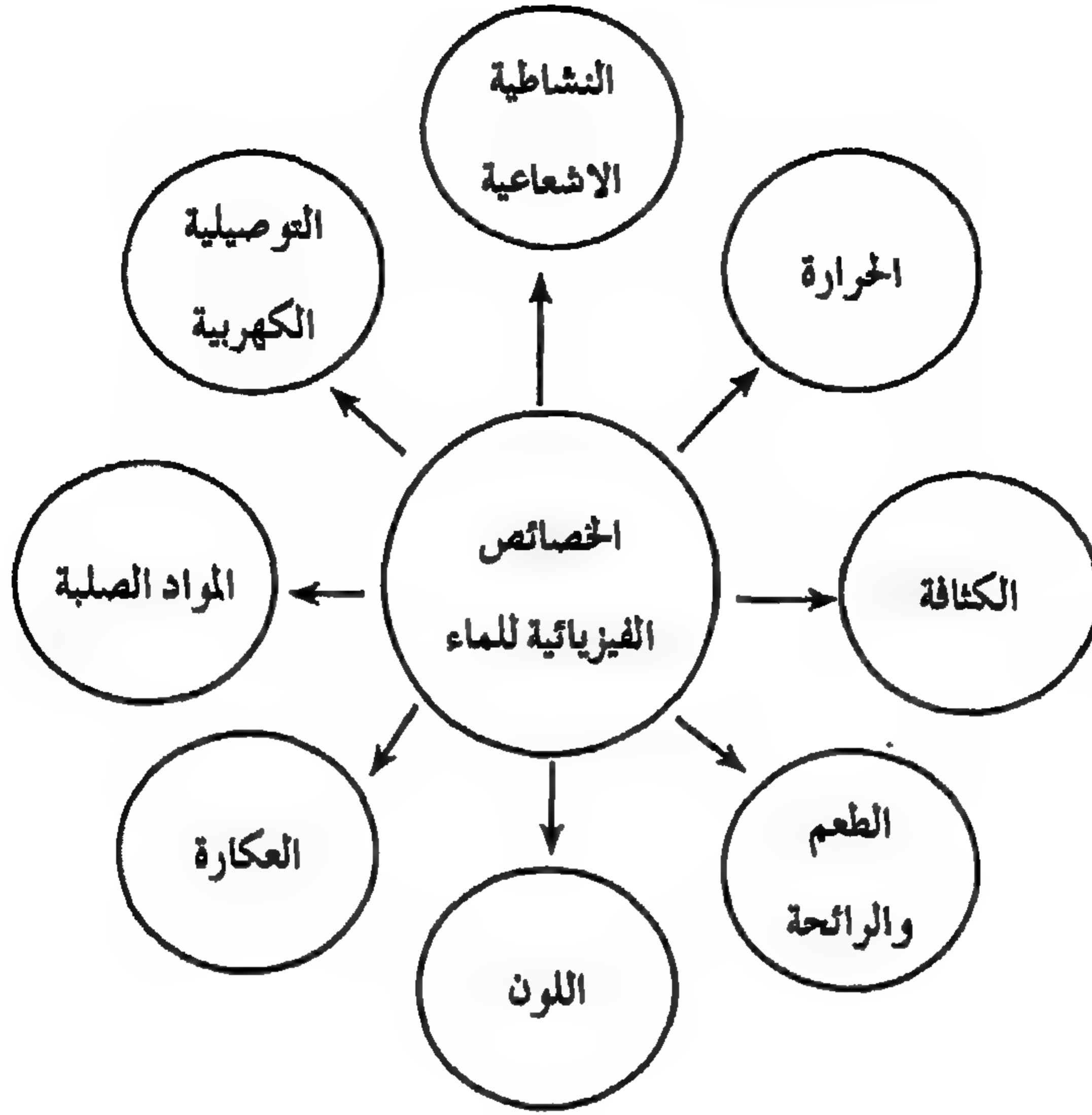
النشاطية الإشعاعية Radioactivity

قياس النشاط الإشعاعي للماء يتم عن طريق تقدير النشاط الإشعاعي الناتج عن وجود جسيمات بيتا β وأشعة جاما γ في الماء وهو من القياس الروتينية المحددة لجودة الماء من الناحية الإشعاعية. وقد يتواجد الرادون بصورة طبيعية في بعض أنواع الماء الجوفي وخاصة الرادون 222 وهو شديد الذوبان في الماء.

الجرعة الفعالة المؤثرة لو تناول الإنسان مياه الشرب لمدة عام هي 0.1 ميلي سيفرت وهي تعادل 5 % فقط من الجرعة الفعالة المؤثرة من المصادر المشعة الطبيعية. وبالتالي يجب أن تقل هذه النسبة في مياه الشرب ليكون صالحا للاستهلاك الآدمي.

لتقدير درجات تركيز المستوى الإشعاعي في البيئة تستخدم وحدة قياس غير السيفرت التي تستخدم في تقدير الجرعة الفعالة المؤثرة في صحة الإنسان وتسمى وحدة القياس الكمي هذه بالبيكاريل. وهناك علاقة حسابية (معامل حسابي) بين درجة تركيز المستوى الإشعاعي (بيكاريل) ووحدة قياس الجرعة الفعالة المؤثرة (سيفرت) والتي تأخذ بعين الاعتبار أن الإنسان يشرب لترين من المياه يوميا أي 730 لترا في العام.

الفصل الثاني



شكل 2 - 1 أهم الخصائص الفيزيائية للماء

2 - 1 - 2. الخصائص الكيميائية للمياه Chemical Characteristics

يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر، تسمى «جزيئات». وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات. وكل جزيء، من هذه الجزيئات يتكون من أجسام أصغر، تسمى «ذرات». ويحتوي جزيء الماء الواحد على ثلاثة ذرات مرتبطة ببعضها، ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين.

الخصائص الكيميائية للماء تميل ان تكون أكثر تخصصية من الخصائص الفيزيائية ولهذا فهي أكثر إفادة في تقييم خصائص العينات وفي تقييم جودة الماء بصفة عامة، ومن أهم الخصائص الكيميائية للماء ما يلي:

- الرقم الهيدروجيني.
- القلوية.
- الحامضية.
- العسر.
- الأكسجين الذائب.
- المتطلب من الأكسجين.
- النتروجين.
- الكلوريد.
- المواد العضوية النذرة.
- الفوسفات.

الرقم الهيدروجيني

هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في سائل ماء، وهو تعبير علي تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول اي مقياس الحموضة والقلوية، ويمثل الأس الهيدروجيني في محلول نشاط أيونات الهيدروجين في هذا المحلول ويعبر عنه رياضياً كالاتي :

الأس الهيدروجيني = - لو 10 (يد) اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين للأساس 10.

وهذه القيمة تبدأ من صفر إلى 14 ، وقيمة الأس الهيدروجيني ل أنواع عديدة من المياه تتراوح بين 6.0 إلى 9.0.

وترجع أهمية الأس الهيدروجيني في تحديد التركيبات الحيوية والكيميائية في المياه الطبيعية حيث أن درجة تحلل أو تفكك الأحماض والقواعد الضعيفة تعتمد على

الفصل الثاني

التركيز الأيوني للهيدروجين وبذا تتأثر درجة سمية بعض المركبات. فمثلاً ترتفع سمية الزرنيخ للأسماك مع انخفاض الأس الهيدروجيني (زيادة حمضية المحلول) لأن التوازن الكيميائي يتزحزح في اتجاه تكوين حمض الهيدروسيانيك. ولقد شوهدت نتائج مماثلة لكبريتد الهيدروجين، ولكن في حالة غاز الأمونيا فإن سمية هذا الغاز تزيد مع زيادة الأس الهيدروجيني (زيادة القلوية) فمثلاً وجد أن سمية النشادر ترتفع إلى عشرة أضعاف عند أس هيدروجيني 8 عنه عند درجة التعادل الحمضي 7.

القلوية Alkalinity

نتيجة لوجود عناصر الكربونات CO_3^{--} والبيكربونات HCO_3^- والهيدروكسيدات OH^- ، معظم القلوية الطبيعية في الماء نتيجة لأملح البيكربونات التي تنتج من تأثير الماء الجوفي على الحجر الجيري أو الصخور الكلسية. ويمكن اعتبار البورات والسليكات والفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من القلوية. والأملاح المسؤولة عن القلوية لها فائدة في الماء وفي ماء الصرف إذا تعمل تمد الماء بخاصية مقاومة التغير في الرقم الهيدروجيني للماء. انه من الطبيعي ان تقسم القلوية إلى القلوية نتيجة الهيدروكسيدات عندما يكون الرقم الهيدروجيني للماء اكبر من 8.4، وتقسم إلى القلوية الكلية عندما يكون الرقم الهيدروجيني اكبر 4.5.

الحامضية Acidity

في معظم المياه الطبيعية ومياه الصرف الصحي فان البيكربونات تقوم بمعادلة تأثير بعض المواد الحمضية كثاني أكسيد الكربون وذلك في حالة وجوده في الماء. فعند ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء يكون حمض الكربونيك H_2CO_3 والذي يسبب حامضية للماء.

وعموماً تعرف حامضية الماء بأنها قدرة الماء على التفاعل مع القواعد القوية عند رقم هيدروجيني محدد. ويتم الاختبار لمياه الصرف بإجراء معايرة للعينة بمحلول

قلوي قياسي لنقطة نهاية عند رقم هيدروجيني 8.3. وتكتب الحامضية بالمليجرام لكل لتر مقيمة ككربونات الكالسيوم.

العسر Hardness

يُعرّف «الماء اليسر»، بأنه الماء الذي يتفاعل مع الصابون عند استخدامه في الغسيل، منتجاً رغوة الصابون. أما «الماء العسر» فإنه لا تنتج عنه هذه الرغوة أو تنتج بكمية ضئيلة. ويرجع السبب في عدم إنتاج رغوة للصابون مع الماء العسر إلى وجود نسبة عالية من الأملاح المذابة في الماء، مثل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم خاصة البيكربونات والكبريتات ونتيجة وجود هذه الأملاح في الماء، تتفاعل مع الصابون لإنتاج رواسب كيميائية، بدلاً من الرغوة، التي تزيل الأقدار من الملابس، أو الأدوات المراد غسلها. لذلك فإن سكان المناطق التي بها ماء عسر، يجدون مشقة كبيرة في استخدام الماء العسر في النظافة. ويمكن إزالة عسر الماء بعدة طرق، تبعاً لنوع الأملاح المسببة للعسر. ففي حالة العسر المسبب بأملاح بيكربونات الكالسيوم، فيكفي غلي الماء للتخلص من هذا العسر، حيث تتحول البيكربونات إلى كربونات تترسب داخل إناء التسخين أو الغلي. لذا يطلق على العسر الناتج من هذه الأملاح «العسر المؤقت».

وهو يختلف عن العسر الدائم، الناتج عن كبريتات الماغنسيوم أو الكالسيوم، ولا يمكن التخلص منه بالحرارة. وكما أن الماء العسر غير مناسب للاستعمال العام، فإن الماء شديد اليسر غير مناسب أيضاً للاستعمال العام، لأن طعمه غير مناسب، لخلوه من ثاني أكسيد الكربون. وكذلك يذيب الماء اليسر الرصاص في الأنابيب المصنوعة من هذا المعدن، لأنه يؤدي إلى تكوين هيدروكسيد الرصاص، وهي مادة قابلة للذوبان في الماء، مما يؤدي إلى التسمم بالرصاص، نتيجة الاستعمال المستمر لهذا الماء المحتوي على الرصاص.

الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen

الأكسجين من أكثر العناصر وأهمها في التحكم في جودة الماء. فوجوده في الماء ضروري جدا للمحافظة علي حياه الاشكال الارقي من الكائنات البيولوجية في الماء، ومعرفة تأثير التدفقات والتصرفات التي تصب في الأنهار والبحيرات والتي يتم تحديدها عن طريق معرفة ائزان نظام الأكسجين داخل تلك الأجسام المائية. ، وتتوقف ذوبانية الأكسجين داخل الماء علي درجة الحرارة، كما يؤثر وجود المواد العضوية علي كمية الأكسجين الذائب في الماء.

وتقدير نسبة وتركيز الأكسجين الذائب في النهر يعطي تصور مبدئي لنوعية المياه وقدرة النهر علي استيعاب المخلفات السائلة، ومن المعروف ان درجة تشبع المياه بالأكسجين هي 9 مجم / لتر عند درجة 20 مئوية وضغط 1013 ملي بار، وتبلغ 8.4 مجم / لتر عند 25 مئوية.

فإذا كان تركيز الأكسجين الذائب في النهر أقل من نصف درجة التشبع كان ذلك دلالة علي تلوث المياه بدرجة كبيرة، حيث يجب أن تكون درجة تركيز الأكسجين أكبر من 75% من درجة التشبع حتي يمكن للنهر استيعاب مخلفات جديدة.

المتطلب من الأكسجين Oxygen Demand

المواد العضوية عامة غير ثابتة وربما تتأكسد بيولوجيا أو كيميائيا لنواتج نهائية ثابتة ومستقرة وخاملة نسبيا مثل ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، النترات NO_3 ، والماء H_2O . وللإستدلال علي محتوى المواد العضوية في الماء الملوث يتم قياس كمية الأكسجين المطلوبة والمستخدمه لتثبيت تلك المواد العضوية عن طريق اختباراين هامين هما:

1 - الأكسجين الحيوي المتص (Biochemical Oxygen Demand (BOD

وهو يقيس كمية الأكسجين المطلوبة للكائنات الحية الدقيقة لتكسير وتحلل المواد العضوية.

2 - الأكسجين الكيميائي المستهلك Chemical Oxygen Demand وهو يقيس كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة المواد العضوية كيميائياً عن طريق التفاعل الكيميائي بالمواد المؤكسدة.

النتائج المتحصلة عي الاختبارات التي أجريت علي عينات المياه توضح أن قيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك اكبر من قيمة الأكسجين الحيوي المتص وهذا بالطبع لان الأكسجين الحيوي المتص هو جزء من الأكسجين الكيميائي المستهلك.

والجدول التالي يبين بعض أنماط تقسيم الأنهار من حيث درجة التلوث حسب قيمة الأكسجين الحيوي المتص والمواد الصلبة العالقة وكمية الأكسجين الذائب (هذه القيم تقيس درجة التلوث).

جدول 2- 1
درجة تلوث الأنهار

نمط النهر	الأكسجين الحيوي المتص BOD mg/l	المواد الصلبة العالقة TSS mg/l	الأكسجين الذائب % D.O
نظيف جداً	أقل من 1	أقل من 4	90
نظيف	2	10	90 - 75
نظيف نسبياً	3	15	75 - 50
مشكوك فيه	5	21	أقل من 50
ضعيف	7.5	30	—
سيئ	10	35	—
سيئ جداً	20	40	—

الفصل الثاني

ويلاحظ من الجدول انه كلما زادت قيم مؤشرات التلوث العضوي وهي الأكسجين الحيوي الممتص والمواد الصلبة العالقة زادت درجة تلوث النهر ، بينما يدل الأكسجين الذائب علي نظافة النهر من الملوثات العضوية فكلما كان مستوى الأكسجين الذائب مرتفعا وقريبا من مستوى درجة تشبع النهر بالأكسجين دل ذلك جودة مياه النهر وخلوها من التلوث العضوي الذي يعد أكثر الملوثات استهلاكا للأكسجين الذائب داخل المياه .

النيتروجين Nitrogen

- النيتروجين عنصر هام جدا حيث أن كثير من التفاعلات البيولوجية لا تتم إلا في وجود نيتروجين كاف . النيتروجين يتواجد في أربعة صور رئيسية في دورة الماء :
- النيتروجين العضوي - وهو النيتروجين الذي يكون علي هيئة البروتينات ، الأحماض الأمينية ، واليوريا .
 - الأمونيا نيتروجين Ammonia (NH₃) Nitrogen وهو النيتروجين علي هيئة املاح للأمونيوم مثل كربونات الأمونيوم (NH₄)₂CO₃ ، أو علي صورة أمونيا حرة .
 - النيتريت نيتروجين Nitrite (NO₂) Nitrogen كمرحلة أكسدة وسيطة وهي عادة لا تتواجد بكميات كبيرة .
 - النترات نيتروجين Nitrate (NO₃) Nitrogen وهوناتج الأكسدة النهائي للنيتروجين .

الكلوريد Chloride

يشتق اسم الكلوريد من اسم عنصر الكلور حيث أن الكلور Cl₂ لا يوجد في صورة العنصرية فهو يوجد كغاز في صورة جزيئ ، إلا أن الكلوريد هو عبارة عن ايون الكلور في صورته السالبة Cl⁻ أي انه ايون سالب إذ يكون بإمكانه الاتحاد مع الشقوق الموجبة

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

(الفلزات) مكوناً أملاح والتي توجد في صورة أملاح معدنية ، ويعتبر الكلوريد من اكبر المكونات اللاعضوية الموجودة في مياه الصنبور الصالحة للشرب ومياه الصرف أو المجاري .

كما يتوزع على نطاق واسع في الطبيعة على شكل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم ، حيث يشكل 0.05 % من اليابسة إلا النسبة الكبرى منه تكون في المحيطات .

والكلوريد هو المسئول عن الطعم المالح للمياه الضاربة في الملوحة والمياه المالحة . ووجود الكلوريد في المياه العذبة بشكل كبير قد يدل علي التلوث بمياه الصرف الصحي البلدية نظرا لمحتوي البول من الكلوريد . تشير اغلب المواصفات القياسية وبصفة خاصة الخليجية والسعودية إلى أن الحد المسموح به من الكلوريدات في مياه الشرب هو 250 مجم / لتر وذلك لتجنب ظهور الطعم المالح في المياه بالإضافة للوقاية ضد أي خطر وخاصة المخاطر الفيزيائية .

المواد العضوية النزرة Trace Organics

أكثر من 600 مركب عضوي تم تحديدها في مصادر المياه ومعظم هذه المركبات تتواجد في الماء نتيجة للأنشطة الإنسانية أو للعمليات الصناعية . والمواد التي وجدت في الماء تشمل البنزين والكلوروفينول والاستروجينات والمبيدات والهيدروكربونات الاروماتية متعددة الحلقات والترايه الوميثانات . وهذه المواد تتواجد بتركيزات قليلة جدا إلا أن لها تأثيرات صحية خاصة عند استهلاك المياه المحتوية عليها في المدي الطويل .

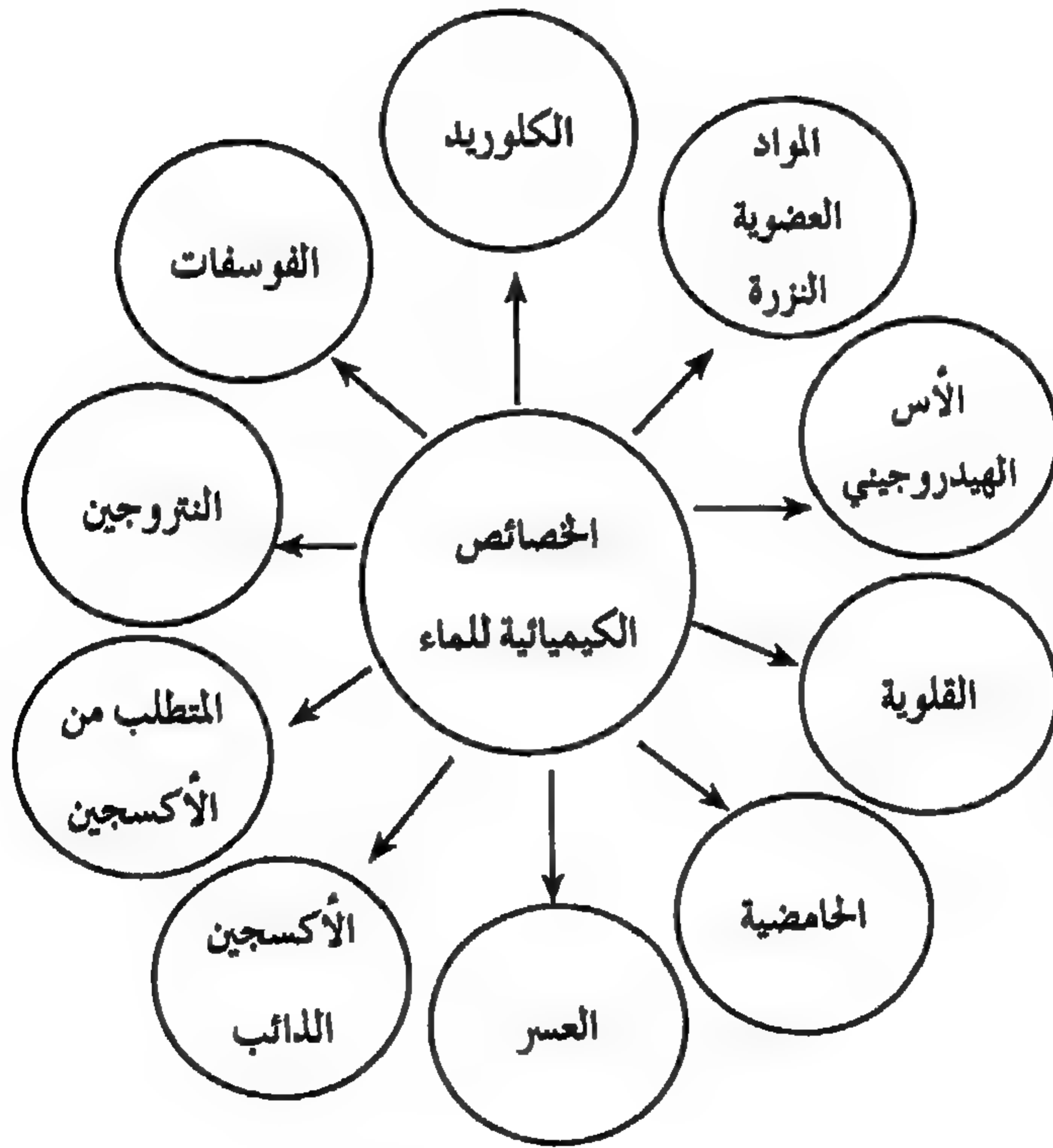
الفوسفات Phosphate

تعتبر الفوسفات من أهم دلائل التلوث العضوي في المصادر المائية ويظهر أيون الاورثوفوسفات من أهم أشكال الفوسفات الملوثة للمياه وتتعدد مصادر تواجده في المصادر المائية نتيجة التصارييف المنزلية والصناعية والزراعية وتعتبر مركباته عامل

الفصل الثاني

مغذي جيد لكثير من الكائنات الحية ذات الأثر السلبي على نوعية المياه في المصدر المائي نتيجة أستنفاد الأوكسجين بسبب عملياتها الحياتية وتحللها بعد موتها وتعتبر احد المغذيات (بالإضافة إلى النترات) التي تسهم في ظاهر الإثراء الغذائي (Eutrophication). ليس للفوسفات أي تأثيرات سمية مباشرة على الكائنات الحية والبيئية لكنها تبقى عامل مساعد على التلوث نتيجة استنفادها من بعض الأحياء ذات الأثر السلبي على النظام البيئي.

ويوجد الفسفور في النباتات المائية مثل الطحالب والاشنات والرواسب القاعية في البحار وبعض الأحياء البحرية بشكل مركبات عضوية داخل الخلايا الحية لها.



شكل 2 - 2 أهم الخصائص الكيميائية للماء

2 - 1 - 3. الخصائص الحيوية للمياه Biological Characteristics

توفر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء الظروف الحياتية المناسبة للأحياء المائية، حيث يحوي الماء على أنواع كثيرة ومتباينة من النباتات والحيوانات المائية، بحيث يصل عددها إلى عدة مئات من آلاف أو عدة ملايين في اللتر الواحد من الماء، هذا العدد الكبير تكون له مساحة سطحية ذات فعالية كبيرة جدا وتؤثر بصفة أساسية في تحديد نوعية المياه، تتميز الحياة المائية بالديناميكية وبالتغير والتنوع المستمر، ويمكن تقسيم الكائنات المائية طبقا لخصائص معينة منها :

أ - حسب قدرتها على إنتاج واستهلاك وتحلل المواد العضوية.

ب - حسب أسلوب التغذية .

ج - حسب التصنيف البيولوجي .

أ - أولاً: التصنيف حسب قدرتها على إنتاج واستهلاك وتحلل المواد العضوية.

يمكن تصنيف الكائنات المائية من حيث قدرتها على إنتاج واستهلاك وتحلل المواد

العضوية إلى :-

1 - الأحياء المائية المنتجة للمادة العضوية من المواد اللاعضوية.

كالنباتات الخضراء حيث تتركب أنسجة خلاياها الحية من العناصر والأملاح المعدنية الذائبة في الماء ومن ثاني أكسيد الكربون وبمساعدة الكلوروفيل وأشعة الشمس .

2 - الأحياء المائية المستهلكة للمادة العضوية.

حيث تتغذى على المواد العضوية التي تنتجها الأحياء المنتجة للمواد العضوية وتشمل

الحيوانات المائية والنباتات المائية الغير حاوية على الكلوروفيل.

3 - الأحياء المائية المحللة للمادة العضوية.

وهي الأحياء التي تحلل المادة العضوية إلى مادة غير عضوية (معدنية) تجعلها ملائمة لاستهلاك الأحياء المائية المنتجة للمادة العضوية مجددا وتشمل هذه الأحياء الكثير من الأنواع البكتيرية.

ب - ثانيا التصنيف حسب اسلوب التغذية

تحصل الكائنات المائية عادة علي الكربون اللازم لبناء الخلايا من مصدرين رئيسيين هما ثاني أكسيد الكربون والكربون العضوي .

والكائنات التي تستخدم ثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون فتسمى كائنات ذاتية التغذية Autotrophs .

والكائنات التي تستخدم الكربون العضوي لبناء أنسجة خلاياها تسمى غير ذاتية التغذية Heterotrophs .

وتحتاج الكائنات المائية علي الطاقة لبناء الخلايا وهي تحصل علي هذه الطاقة من خلال مصدرين هما الضوء أو من التفاعلات الكيميائية .

والكائنات التي تستطيع ان تحصل علي طاقتها من الضوء تسمى ضوئية التمثيل Phototrophs .

والكائنات التي تستطيع ان تحصل علي طاقتها من التفاعلات الكيميائية تسمى كيميائية التمثيل Chemotrophs . ومن ثم فان الكائنات المائية تصنف حسب اسلوب التغذية إلى :

- 1 - كائنات ذاتية التغذية وهي تستخدم ثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون وهي إما أن تكون ضوئية التمثيل الغذائي مثل الطحالب أو بكتيريا البناء الضوئي ، وإما أن تكون كيميائية التمثيل الغذائي مثل بكتيريا التآزت .

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

2 - كائنات غير ذاتية التغذية وهي تستخدم الكربون العضوي لبناء أنسجة خلاياها وهي إما أن تكون ضوئية التمثيل الغذائي مثل البكتريا الكبريتية Sulphur bacteria، وإما أن تكون كيميائية التمثيل الغذائي مثل (البرتوزوا والفطريات ومعظم أنواع البكتريا). ويبين الجدول التالي تصنيف الكائنات طبقاً لمصادر الكربون والطاقة.

جدول 2-2

مصادر لكربون

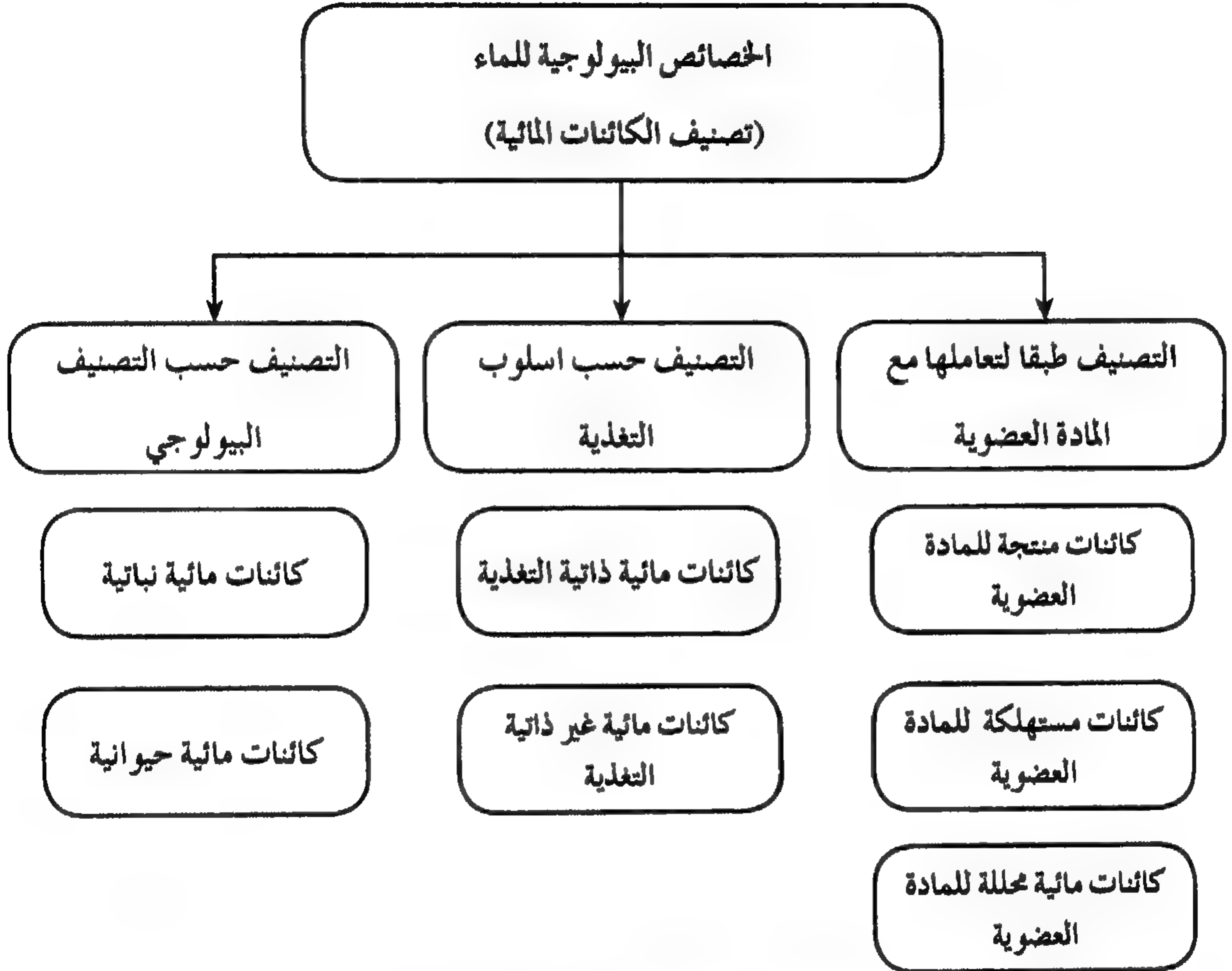
مصادر الكربون Carbon Sources	مصادر الطاقة Energy Sources	الأنواع Classification
ذاتية التغذية Autotrophic		
ثاني أكسيد الكربون	الضوء	1. ضوئية التمثيل ذاتية التغذية Photoautotrophic
ثاني أكسيد الكربون	أكسدة المواد غير العضوية وتفاعلات الاختزال	2. كيميائية التمثيل ذاتية التغذية Chemoautotrophic
غير ذاتية التغذية Heterotrophs		
الكربون العضوي	الضوء	1. ضوئية التمثيل غير ذاتية التغذية Phototrophic
الكربون العضوي	أكسدة المواد غير العضوية وتفاعلات الاختزال	2. كيميائية التمثيل غير ذاتية التغذية Chemotrophic

الفصل الثاني

ثالثا حسب التصنيف البيولوجي

وتقسم الكائنات المائية إلى نوعين حسب التصنيف البيولوجي وهما:

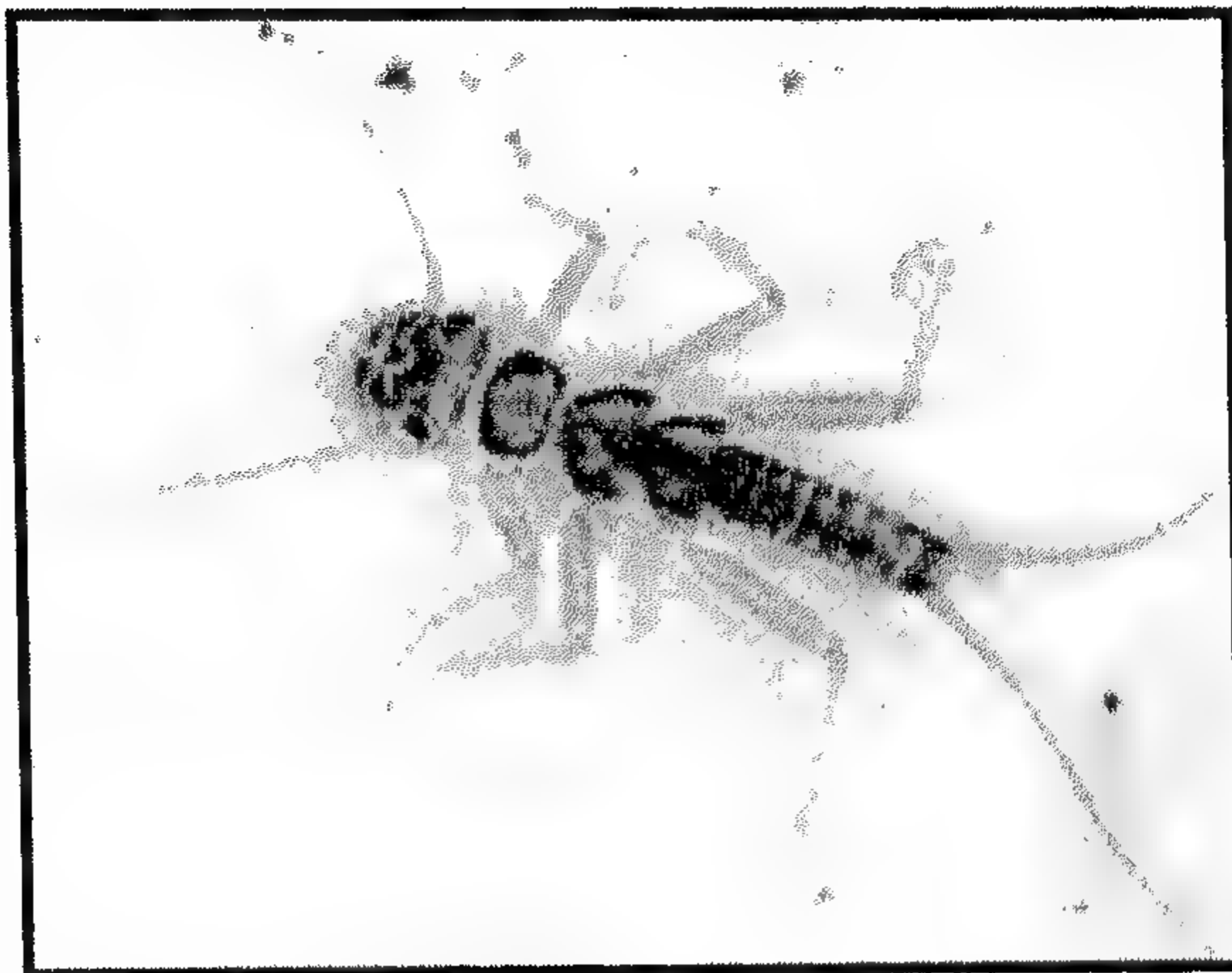
- 1 - أحياء مائية نباتية.
- 2 - أحياء مائية حيوانية.



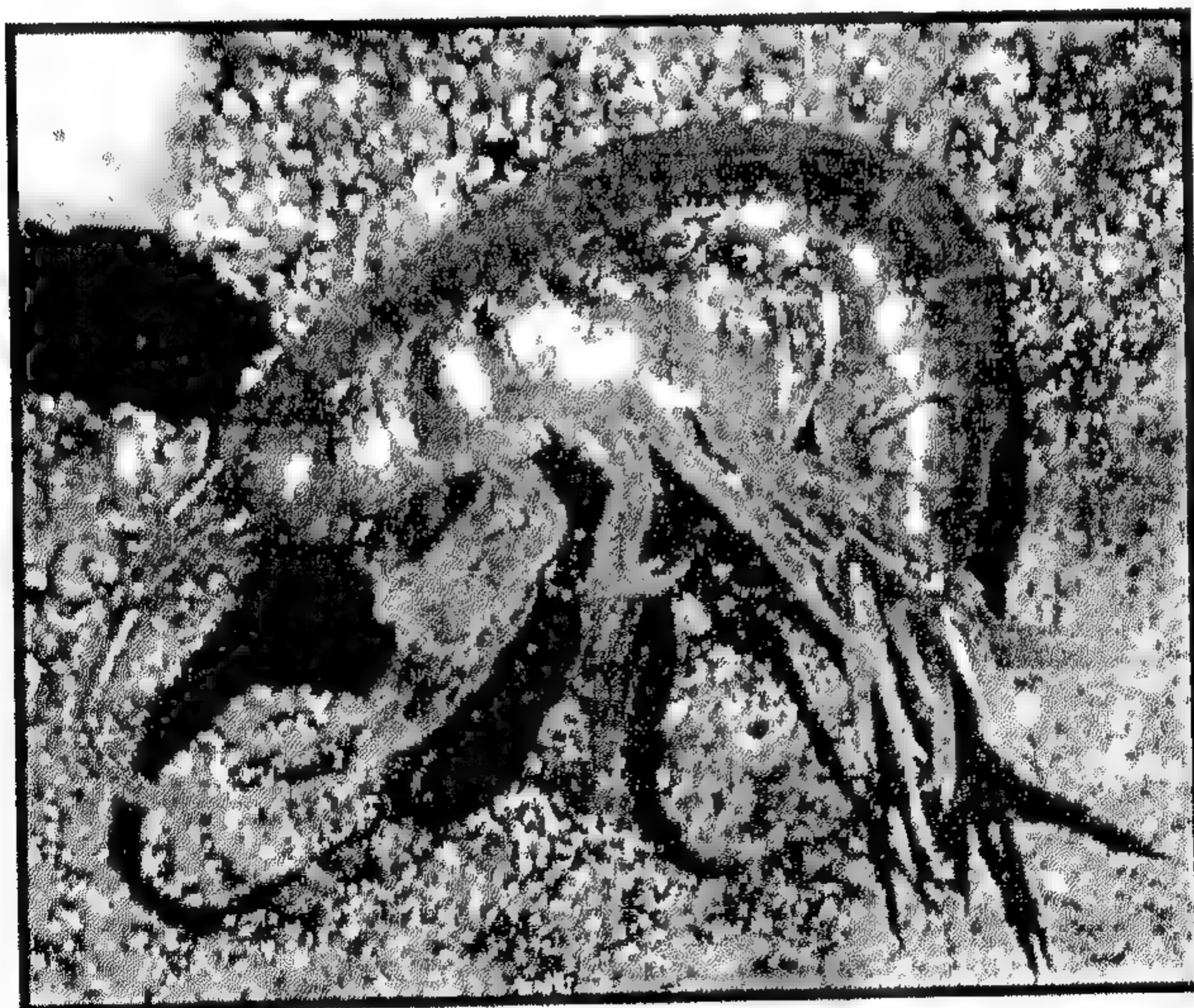
شكل 2 - 3 الخصائص البيولوجية للماء

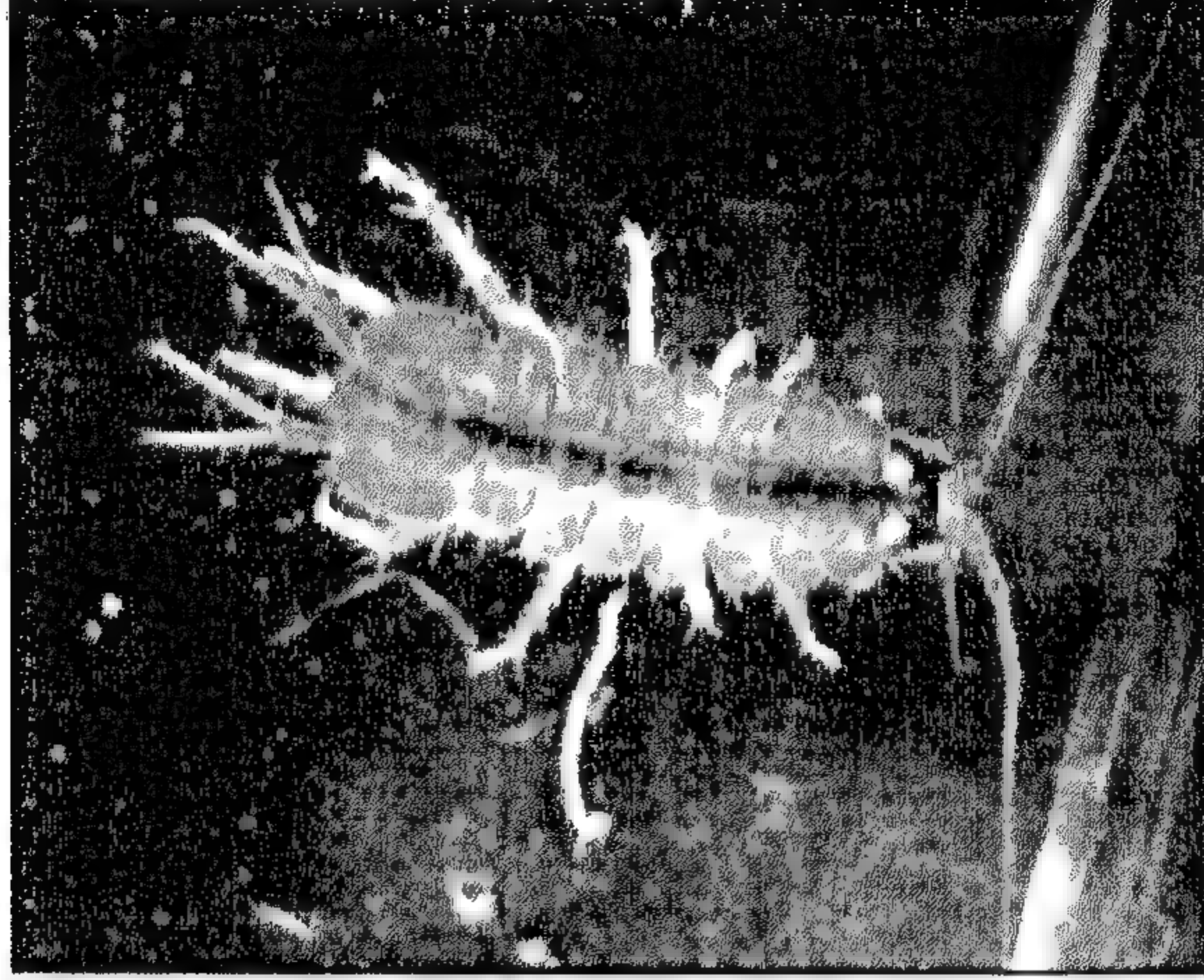
كاشفات التلوث الحيوية للماء Bio - Indicators

تستخدم كثير من الكائنات الحية كالحشرات المائية والقشريات والكائنات الحية الدقيقة كمؤشرات ودلائل علي تلوث الماء ودرجة التلوث، وعموما يعرف الكاشف الحيوي البيئي بأنه الكائن الذي يدل علي التلوث في النظام البيئي.

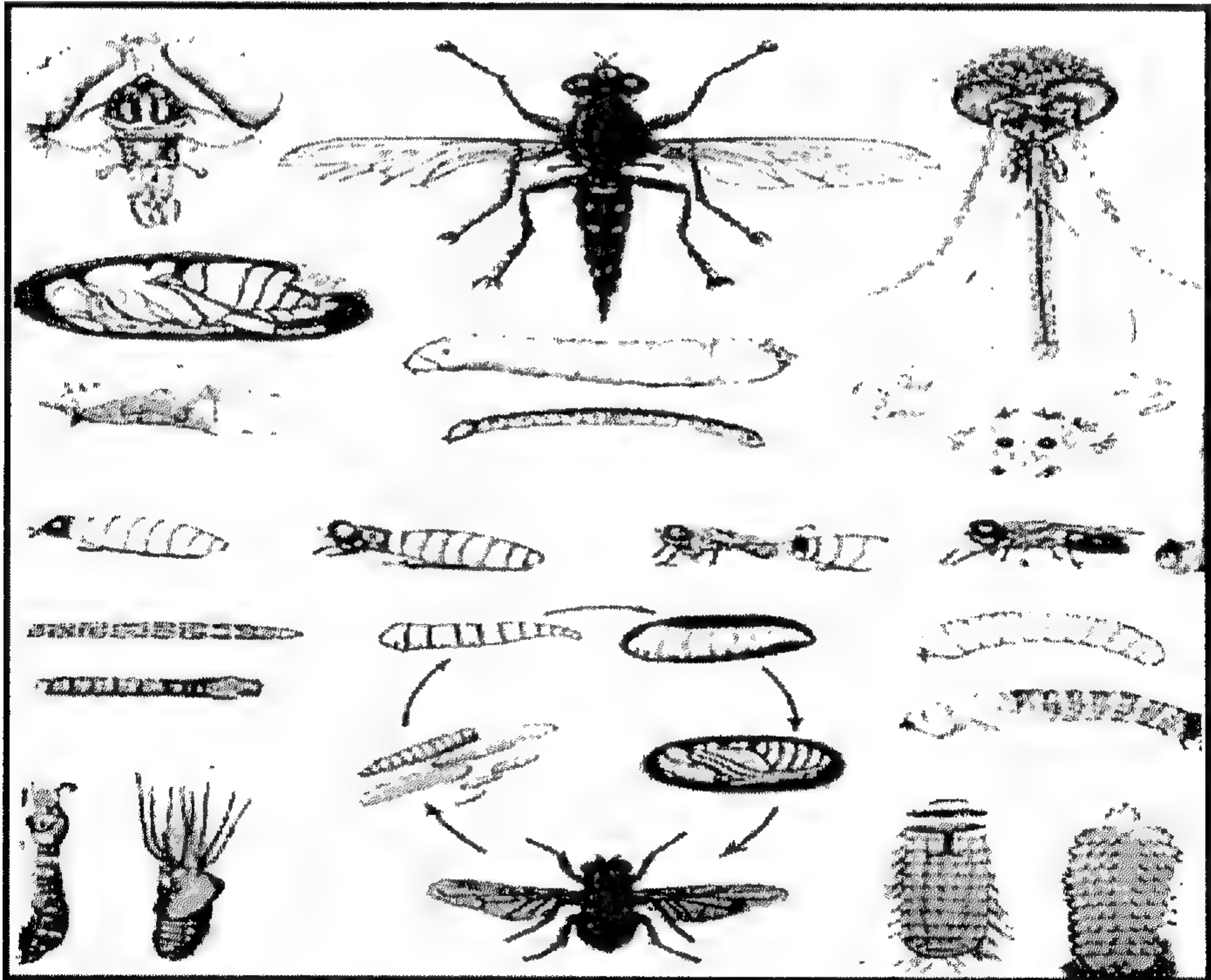


(2) الماء الملوث إلى حد ما (ملوث جزئيا) Partly polluted water
وهو الماء قليل التلوث، اذاصابه تركيزات صغيرة ومحدودة من الملوثات ويتميز
هذا الماء بوجود كائنات مائية تستطيع تحمل التلوث الجزئي مثل Gammarus،
وكائنات مثل Asellus Aquaticus.





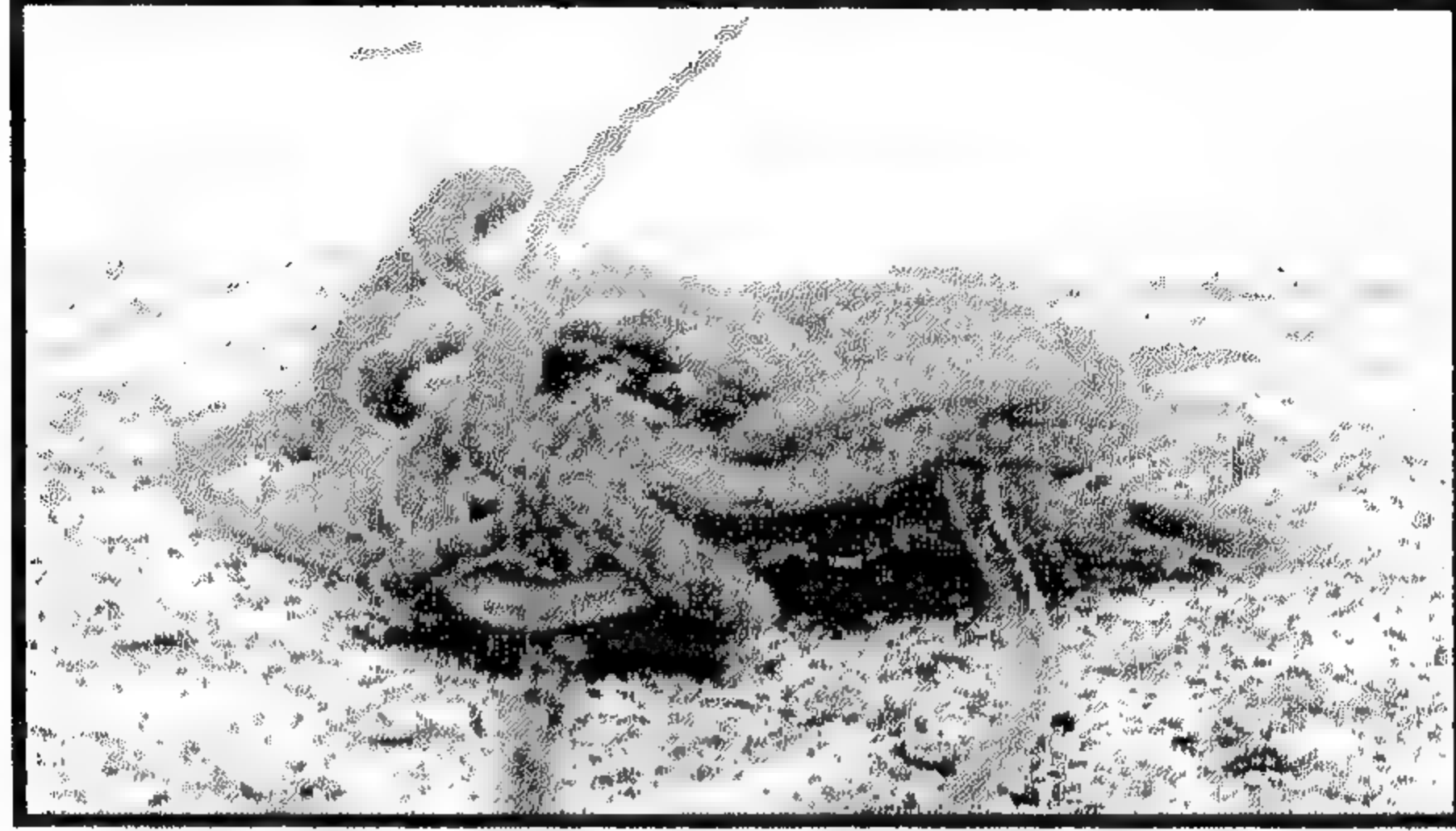
(3) الماء متوسط التلوث (بدرجة متوسطة) Moderately polluted water
وهو الماء متوسط التلوث ، اذ اصابه تركيزات متوسطة من الملوثات ويتميز هذا
الماء بوجود كائنات مائية تستطيع تحمل التلوث المتوسط مثل Diptera



الفصل الثاني

4) الماء الملوّث جداً (بدرجة عالية) High polluted water

وهو الماء عالي التلوث، اذ اصابه تركيزات كبيرة من الملوثات ويتميز هذا الماء بانخفاض تركيز الاكسجين الذائب وارتفاع قيمة الاكسجين الحيوي المطلوب BOD، كما توجد به كائنات مائية تستطيع تحمل التلوث العالي مثل Tubifeks.



5) الماء شديد التلوث (بدرجة عالية جداً) Extremely polluted water

وهو الماء شديد التلوث، اذ اصابه تركيزات كبيرة جداً من الملوثات ويتميز هذا الماء بانعدام تركيز الاكسجين الذائب وارتفاع قيمة الاكسجين الحيوي المطلوب BOD إلى مستويات عالية، كما توجد به كائنات مائية تستطيع تحمل التلوث الشديد مثل أنواع من البكتيريا اللاهوائية وبعض الكائنات الأولية.

2 - 2. الملوثات من الكائنات الحية الدقيقة لمياه الشرب

Microorganisms Drinking Water Pollutants

إن أكبر الأخطار المصاحبة لمياه الشرب هو انتشار التلوث المباشر أو الغير مباشر بمياه الصرف الصحي أو غيرها من الملوثات التي تحمل غائط الإنسان أو الحيوان أو الطيور أو ذوات الدم الحار (Warm Blooded Animals) فاذا كان هذا التلوث حديثاً وكان من اسهم فيه حملة الأمراض المعدية السارية فان شرب المياه الملوثة

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

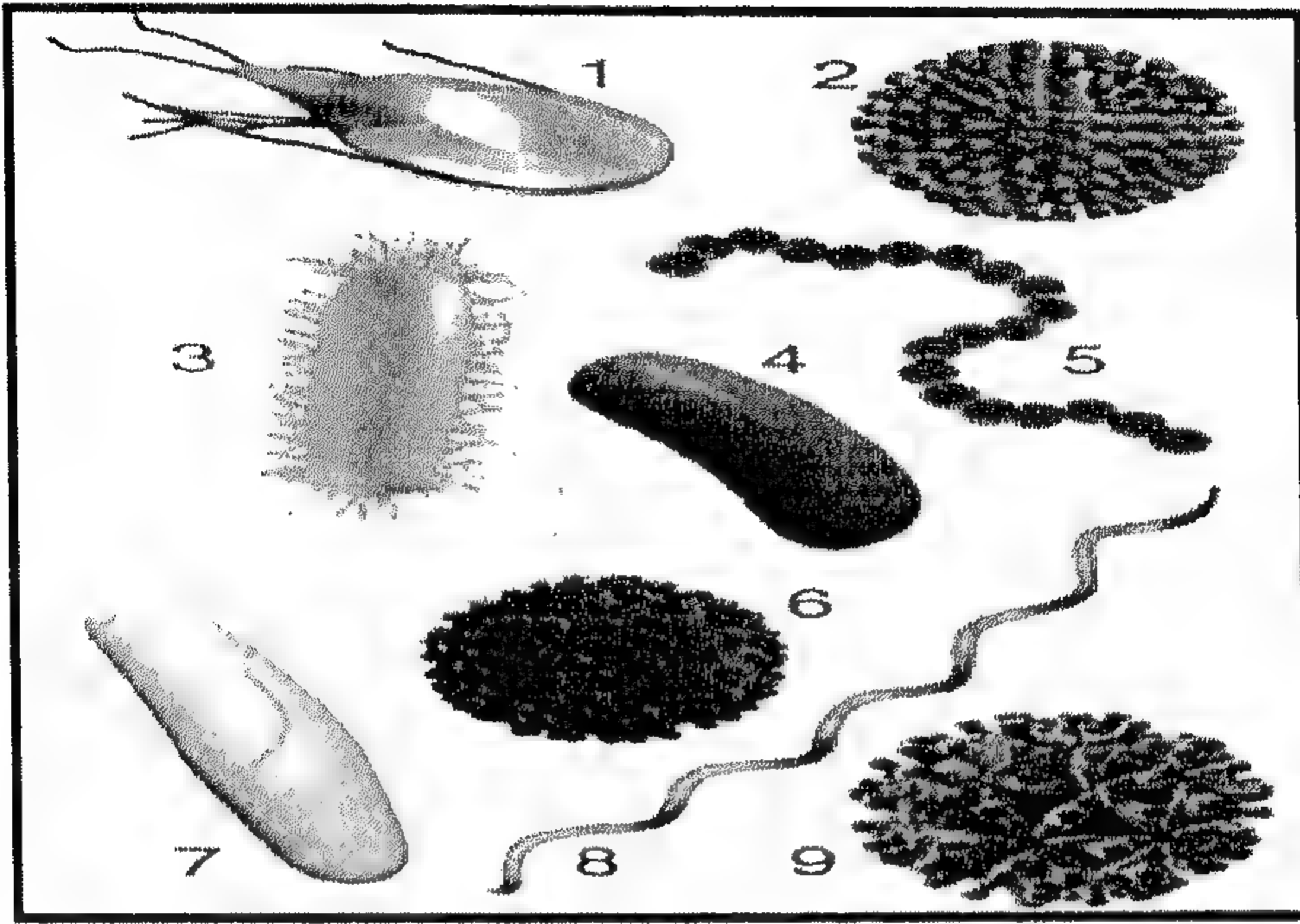
على هذا النحو أو استعماله فى اعداد أطعمة معينة قد ينجم عنه حالات من العدوى والأوبئة.

والتلوث الغائطى لمياه الشرب يعمل على إدخال كثير من الأمراض المعدية الجرثومية والفيروسية والطفيلية والذي يرتبط وجودها بما هو موجود فى ذلك الوقت فى المجتمع المحلى من الأمراض التى تسببها هذه الكائنات ومصادرها كما هو فى الجدول الموضح والذي يشمل أنواع البكتيريا والفيروسات المعوية والبروتوزا والطحالب.

جدول 2 - 3

الكائنات الحية الدقيقة والأمراض التى تسببها ومصادرها

أنواع الكائنات الحية الدقيقة	الأمراض التى تسببها	المصادر الرئيسية لهذه الكائنات
البكتريا سالامونيلا الشيغيلا أنواع أخرى	حمى التيفود والباراتيفود الكوليرا والدستاريا أمراض معوية وتنفسية ورتوية	غائط الإنسان الحامل للمرض غائط الإنسان الحامل للمرض غائط الإنسان والحيوان
الفيروسات أنواع مختلفة من الفيروسات	تسبب أمراض شلل الأطفال، والالتهاب السحائى، وأمراض الجهاز الهضمى، وأمراض الجهاز التنفسى والتهاب معوى، والتهاب كبدى وبائى	غائط الإنسان
البروتوزا	التهاب المخ والتهاب سحائى والدستاريا، الالتهاب المعوى، أمراض معوية	غائط الإنسان والحيوان
الطحالب	أمراض النزلات المعوية	المياه الطبيعية



2 - 3. المياه غير الملوثة Unpolluted Water

المقصود بالمياه غير الملوثة هي المياه الطبيعية التي تتواجد طبيعياً بصورة نقية مثل مياه الأنهار والجداول والبحيرات الطبيعية التي لم يصبها التلوث بـ المواد والشوائب والعوامل الملوثة. وتميز المياه الطبيعية غير الملوثة بنقاها الطبيعي لعدم وصول عوامل التلوث الطبيعية والصناعية إليها. وكل المياه الطبيعية تحتوي على كميات متفاوتة من المواد الأخرى بتركيزات تتراوح بين كميات ضئيلة جداً على مستوى النانو جرام لكل لتر كالمواد العضوية النزرية في مياه الأمطار، إلى أن تصل إلى حوالي 35.000 مجم/لتر لمياه البحر. ومن أهم أنواع المياه الطبيعية غير الملوثة:

- المياه المعدنية الطبيعية.
- مياه الآبار الطبيعية.
- مياه الينابيع الطبيعية (المياه القلوية المتأينة).

المياه المعدنية الطبيعية

ي المياه التي تأتي من الآبار أو الجبال ، وهي تحتوي على أملاح معدنية يختلف تركيبها بحسب تضاريس المنطقة الآتية منها وقد تحتوي على بعض الغازات . وهي تختلف في رائحتها وطعمها ودرجة حرارتها . والمياه المعدنية تسمى أيضا المياه الغازية ، وهي مياه ينابيع تحتوي على نسبة كبيرة من المواد المعدنية أو الغازات . وتشمل المواد المعدنية الملح ، وكبريتات الماغنسيوم ، والجير ، والماغنيسيا ، والحديد ، والسليكا ، والبورون ، والفلور ، والكثير من المواد الأخرى ، بما فيها المواد المشعة . أما أكثر الغازات شيوعاً فيها فهي ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين . والمياه المعدنية تخرج من تحت سطح الأرض في شكل عيون مائية حارة Geysers أو آبار لاستخراج المياه الجوفية groundwater . والمياه المعدنية لها طعم خاص حلو عذب أو مر أو مالح خفيف . كما أن المياه المعدنية آمنة من البكتيريا ولا تحتاج إلى أية معالجات كيميائية لتعقيمها .

وفي معظم الأحيان تكون هذه المياه مياه أمطار تسربت تحت الأرض خلال الصخور وأذابت المواد المعدنية في طريقها . وقد تحتوي بعض الينابيع على مياه صهارية تتصاعد من أعماق الأرض بعد تكونها خلال عملية كيميائية داخل الصخور . وبعض الينابيع حارة ، وبعضها الآخر عادي الحرارة . وقد استخدم الناس المياه المعدنية منذ الأزمنة القديمة لعلاج أمراض مثل الروماتيزم والالتهابات الجلدية وغُسر الهضم . وتراعى درجة حرارة الماء وموقعه وارتفاع مستواه والمناخ المحيط بالينابيع عند استخدامه في العلاج . كما أنشئت في بعض البلدان منتجعات ينابيع طبيعية حول الينابيع ومنها باث في جلوسترشاير في إنجلترا ، وبادن - بادن في الغابة السوداء بألمانيا ، وفيشي في فرنسا .

الفصل الثاني

وتصنف بعض البلاد المياه المعدنية كالآتي:

- مياه معدنية طبيعية: وهي تأتي من طبقات عميقة تحت سطح الأرض في مناطق عديدة في العالم وتكون محمية من التلوث. تبعاً في زجاجات وتعرض للبيع.
- مياه الآبار: تأتي هذه المياه أيضاً من طبقات تحت الأرض، ويمكن أن تخطئ بثاني أكسيد الكربون فتكون فوّارة.
- ماء للعلاج: وهذه مياه ثبت تأثيرها العلاجي في تخفيف الأمراض أو الوقاية منها. وعادة تحتوي على نفس نسبة الأملاح التي تحتويها المياه المعدنية الطبيعية.

تصنيف المياه المعدنية الطبيعية ومياه المعادن كما يأتي:

1) الماء المعدني الطبيعي غير الغازي:

الماء المعدني الطبيعي غير الغازي هو ماء معدني طبيعي لا يحتوي على غاز الكربون الحر بمقادير تفوق الكمية الضرورية لإبقاء الأملاح الهيدروجينو - كربونات الموجودة في الماء ذائبة.

2) الماء المعدني الطبيعي الغازي طبيعياً:

الماء المعدني الطبيعي الغازي طبيعياً هو ماء معدني طبيعي يحتوي على كمية الغاز نفسها التي يحتويها عندما ينبع وفي حدود التفاوتات التقنية المسموح بها عادة. كما قسمت المياه المعدنية طبقاً لمحتواها من الأملاح الذائبة إلى:

- مياه العيون Spring Water

تمتاز بأن كمية الأملاح الكلية الذائبة لا يزيد عن 250 مجم / لتر وهو نوع طبيعي خفيف يتوافر على أقل كمية من المعادن والذي يتحكم في مثل تلك الينابيع ومصادره مناطق جبلية عالية أو متوسطة أو منخفضة وعلى مكونات الطبقات الحاملة لتلك المياه،

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

فإذا كانت مكونات الطبقات الحاملة مكونة من تربة غنية بعناصر الكالسيوم والمغنيسيوم فإن أغلب تلك الينابيع تمتاز بصلابة عالية.

- المياه المعدنية الخفيفة هي التي يتراوح فيها قيمة الأملاح الكلية الذائبة ما بين 250 إلى 500 مجم / لتر

- المياه المعدنية المتوسطة هي التي يتراوح فيها قيمة ما بين الأملاح الكلية الذائبة ما بين 500 إلى 1000 مجم / لتر وتمتاز بكونها ماءً ثقيلاً من حيث الطعم بسبب خصوصياتها

الفيزيائية ومكوناتها الكيميائية.

- المياه المعدنية الثقيلة هي التي تحتوي قيمة الأملاح الكلية الذائبة على أكثر من 1000 مجم / لتر وتمتاز بكونها ثقيلة وتستعمل غالباً لأغراض طبية وعلاجية

مياه الآبار الطبيعية

تعد مياه الآبار من أنقى مصادر المياه الطبيعية التي يعتمد عليها الكثير من سكان العالم، ومن أشهر الآبار النقية الطبيعية في العالم بئر زمزم المبارك، والذي دلت الدراسات والأبحاث الفحوصات العملية على نقائه وتميزه، حيث أنه ماء متميز في صفاته الطبيعية والكيميائية، فهو ماء غازي عسر، غني بالعناصر والمركبات الكيميائية النافعة التي تقدر بحوالي (2000) ملليجرام بكل لتر، بينما لا تزيد نسبة الأملاح في مياه آبار مكة وآبار الأودية المجاورة لها عن (260 ملليجرام بكل لتر) مما يوحي ببعد مصادرهما عن المصادر المائية حول مكة المكرمة، وبتميزها عنها في محتواها الكيميائي وصفاتها الطبيعية.

والعناصر الكيميائية في ماء زمزم يمكن تقسيمها إلى أيونات موجبة وهي بحسب وفرتها تشمل : أيونات كل من الصوديوم (حوالي 250 ملليجرام / لتر)، والكالسيوم (حوالي 200 ملليجرام / لتر)، والبوتاسيوم (حوالي 120 ملليجرام / لتر)، والمغنيسيوم

الفصل الثاني

(حوالي 50 ملليجرام / لتر) ، وأيونات سالبة وتشمل أيونات كل من الكبريتات (حوالي 372 ملليجرام / لتر ، والبيكربونات (حوالي 366 ملليجرام / لتر) ، والنترات (حوالي 273 ملليجرام / لتر ،)

والفوسفات (حوالي 0.25 ملليجرام / لتر) ، والنشادر (حوالي 6 ملليجرام / لتر .
مياه الينابيع الطبيعية (المياه القلوية المتأينة)

تعتبر مياه الينابيع الطبيعية مياه قلوية بحتة تحتوي على معادن قلوية كما أنها غنية جداً بالأكسجين ومضادات الأكسدة (الإلكترولونات) وهي شبيهة بالماء القلوي المتأين الذي ينتجه جهاز مؤين الماء ومختلفة عن مياه الشرب العادية التي نشربها وذلك لافتقار الأخيرة إلى الخواص القلوية البحتة ومضادات الأكسدة والأكسجين الزائد . . وهذا ما يجعل مياه الينابيع الطبيعية والمياه القلوية المتأينة ذات قدرة فائقة على معادلة وإزالة الفضلات الحمضية السامة والجزيئات الحرة من جسم الإنسان والنتيجة من (عملية التمثيل الغذائي وإنتاج الطاقة الحيوية) والذان يعتبران من الأسباب الرئيسية للشيخوخة المبكرة وأمراض البالغين خاصة الفتاكة منها .

2 - 4 . المياه الملوثة Polluted Water

تتولد المياه الملوثة بالشوائب والعوامل والمواد المسببة للتلوث نتيجة أنشطة الإنسان المختلفة الزراعية والبلدية والصناعية ، وأيضاً نتيجة لبعض الظروف الطبيعية كالفيضانات والسيول والكوارث البيئية الطبيعية . وتتلوث المياه عموماً نتيجة لاستعمال الإنسان للماء في الأغراض المختلفة فينتج عن ذلك مياه مستعملة محملة بالملوثات كمياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي ، أو كنتيجة استخدام الماء كمصدر للتخلص من المخلفات والفضلات والنفايات المختلفة ، وتحتوي المياه المستعملة (مياه الصرف) على معظم المواد الذائبة الموجودة في مصادر امدادت الماء بالإضافة إلى الشوائب والملوثات

خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

التي تنتج من الأنشطة المختلفة وعموما تعد المياه الاتالية من اشهر أنواع الماء الملوث :

- المخلفات البلدية السائلة (مياه الصرف الصحي).
- المخلفات الصناعية السائلة (مياه الصرف الصناعي).
- مياه الصرف الزراعي،

مياه الصرف الصحي.

مياه الصرف الصحي هي المياه المستعملة والمتولدة نتيجة الاستخدام المنزلي والبلدي للمياه في الأغراض المنزلية المختلفة من شرب واستحمام وغسيل وتخلص وكسح الفضلات، وتحتوي هذه المياه علي فضلات بشرية عضوية ومواد تنظيف وكثير من المخلفات الصلبة التي تجد طريقها لشبكة الصرف الصحي.

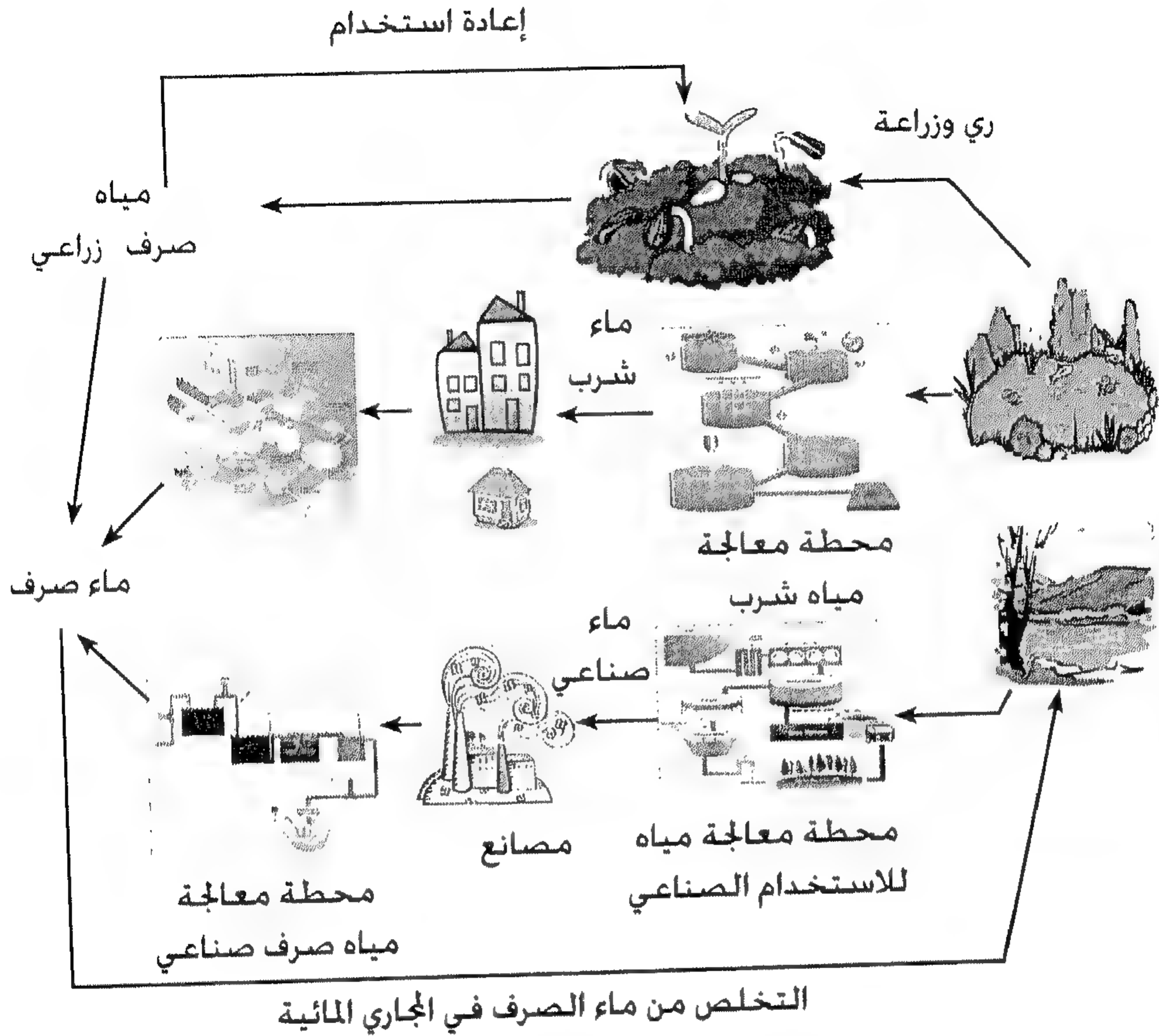
مياه الصرف الصناعي.

مياه الصرف الصناعي هي المياه المستعملة والمتولدة نتيجة الاستخدام الصناعي للمياه في الأغراض الصناعية المختلفة داخل المصانع والمنشآت الصناعية من تبريد وتخفيف وغسيل للماكينات وغسيل للمنتجات وغيرها من الاستخدامات الصناعية وتحتوي هذه المياه علي مكونات كيميائية عديدة طبقا لنوعية الصناعية كما تتميز في كثير من الاحيان باحتوائها علي مواد سامة عضوية وغير عضوية.

مياه الصرف الزراعي.

مياه الصرف الزراعي هي المياه التي تنتج عن عملية التخلص من الماء الزائد عن حاجة النباتات الزراعية أثناء عمليات الزراعة. وتحتوي هذه المياه علي متبقيات من الاسمدة والمخصبات والمبيدات الكيماوية التي استخدمت في الزراعة وبعض مخلفات المواشي وحيوانات المزرعة. ويبين الشكل التالي مخطط لتولد الأنواع المختلفة من المياه الملوثة (مياه الصرف).

الفصل الثاني



شكل 2 - 4 مخطط لتولد الأنواع المختلفة من المياه الملوثة (مياه الصرف)

ويلاحظ من الشكل السابق ان كافة او معظم مياه الصرف المتولدة ترجع مرة أخرى للمصدر المائي مما يستلزم معالجتها معالجة جيدة قبل التخلص منها.



الفصل الثالث

التلوث المائي والملوثات المائية

3. مقدمة

3 - 1. مصادر التلوث بالملوثات المائية.

3 - 1 - 1. التلوث الطبيعي للماء والملوثات المائية.

3 - 1 - 2. المصادر البلدية للملوثات المائية .

3 - 1 - 3. المصادر الصناعية للملوثات المائية.

3 - 1 - 4. المصادر الزراعية للملوثات المائية .

3 - 1 - 5. التلوث بالملوثات المائية نتيجة الحوادث

والظروف العرضية .

3 - 2. علاقة الملوثات المائية ببعضها البعض.

3 - 3. تلوث الماء الجوي .

3 - 4. المصادر الرئيسية لتلوث مياه الشرب.

الفصل الثالث

التلوث المائي والملوثات المائية

3. مقدمة Introduction

يقال ان الماء ملوث اذا ما احتوي علي مواد غريبة سواء كانت مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية، أو كائنات دقيقة مثل البكتريا أو الطحالب أو الطفيليات، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء، بحيث يصبح غير صالح للشرب أو للاستهلاك المنزلي أو في الصناعة أو في الزراعة.

وتعرف الملوثات المائية بأنها المواد الضارة أو الغريبة أو الغير مرغوب فيها والتي تغير من صفات وخصائص الماء الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، وتغير من الاتزان الطبيعي والكيميائي والبيولوجي للبيئات والأنظمة المائية.

ومع زيادة عدد السكان في العالم وزيادة الأنشطة الطبيعية والصناعية للانسان وتنوعها ازداد تلوث الأنهار والبحار والمحيطات حتي وصل هذا التلوث إلى درجة ان الكثير من الأنهار والبحيرات وشواطئ البحار لم تعد قادرة علي التنقية الذاتية. ويقال ان الماء ملوث اذا ما تغير تركيب عناصره أو تغيرت حالته بطريقة مباشرة بفعل الإنسان، بحيث يصبح الماء اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة له أو بعضها.

وقد اتفق العلماء علي ان الملوثات المائية تنقسم إلى ثلاثة اقسام رئيسية حسب طبيعة وخصائص المادة الملوثة للماء وهي كالآتي :

o الملوثات الكيميائية

o الملوثات الفيزيائية

o الملوثات البيولوجية

أ - الملوثات الكيميائية Chemical Pollutants

يعتبر هذا النوع من الملوثات هو الأكبر حجمًا من بين أنواع الملوثات البيئية الأخرى نظرًا لتعدد صورته وكثرة مصادره وتأثيراته الشديدة على البيئة المائية والكائنات المائية وتأثيراته الصحية الواضحة على الإنسان والحيوان والنبات، وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية أو الزراعية بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها كالكثير من الأملاح المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات ومختلف المركبات والمواد العضوية والغير عضوية من نواتج هذه الأنشطة التي يؤدي تسربها في الماء إلى تلوثه وتغير صفاته. ومن أهم الملوثات الكيميائية للماء الملوثات الآتية :

1. المبيدات الكيميائية.
2. المركبات والمواد النفطية.
3. المنظفات الكيميائية
4. الأسمدة الكيميائية والمخصبات الزراعية.
5. المطر الحمضي.
6. مياه الصرف الصناعي.
7. مياه الصرف الصحي.
8. المعادن الثقيلة.
9. المركبات العضوية الثابتة.
10. المركبات العضوية المخلقة.

ب - الملوثات الفيزيائية Physical Pollutants

وينتج عن هذا النوع من الملوثات تغيير الخواص الفيزيائية وتغير المواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو اللون أو الشفافية أو

التلوث المائي والملوثات المائية

ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي. وينتج ازدياد ملوحة الماء غالباً عن ازدياد كمية البخار لماء البحيرة أو الأنهار في الأماكن الجافة دون تجديد لها، أو في وجود قلة من مصادر المياه. كما أن التلوث الفيزيائي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة يكون في غالب الأحوال نتيجة صب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية القريبة من المسطحات المائية في هذه المسطحات، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة ونقص الأكسجين الذائب، مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن وتغير الاتزان الفيزيائي والحيوي في تلك البيئات المائية. ومن أهم صور وأنواع الملوثات الفيزيائية:

1. الملوثات الحرارية (المياه المنصرفة الساخنة).

2. النفايات والمخلفات الصلبة.

3. المواد والمركبات المشعة.

4. مخلفات المجازر والسلخانات والمذابح.

ج - الملوثات الحيوية Biological Pollutants

وينتج عن هذا النوع من الملوثات تغيير الخواص الحيوية (البيولوجية) وتغير المواصفات القياسية للماء، ويعتبر هذا النوع من الملوثات هو الأكثر خطورة من بين أنواع الملوثات البيئية لارتباطه بالأمراض التي تسببها العوامل البيولوجية. وتنتج هذه الملوثات في الغالب عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة أو المالحة، أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي أو صرف صناعي لبعض الصناعات التي تنتج ملوثات حيوية كالصناعات الغذائية. ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث إلى الإصابة بالعديد من الأمراض البكتيرية والفيروسية والطفيلية. لذا يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب أو الاستخدامات المنزلية المختلفة إلا

الفصل الثالث

بعد تعريضها للمعاملة بالمطهرات المختلفة كالمطهرات الكيميائية مثل الكلور والاوزون أو عوامل التطهير الفيزيائية كالحرارة والغليان والاشعة فوق البنفسجية أو الترشيح بالمرشحات الميكانيكية لقتل العوامل الممرضة من الكائنات الحية الدقيقة. والشكل التالي يبين أهم أنواع الملوثات المائية.



شكل 3 - 1 مخطط يبين أهم أنواع الملوثات المائية

كما قد يوجد داخل الماء مراحل (اطوار) دقيقة (بويضات - يرقات - اطوار معدية) من دورة حياة بعض الكائنات النباتية أو الحيوانية مثل بعض الطفيليات كالبهاريسيا والدودة الكبدية وديدان القناة الهضمية، وكذلك الحشرات مثل البعوض وغيره. اما التلوث بالنباتات والحيوانات المائية فينتج غالبا نتيجة تغير الأنظمة والتراكيب البيئية الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية فتتمو أنواع وتتكاثر بدرجة اكبر من اللازم وتطغي علي أنواع أخرى، أو تختفي أنواع كانت موجودة وسائدة في البيئة المائية، وقد يحدث التلوث بالأحياء المائية عندما تنتقل أنواع إلى مواطن غير مواطنها الاصلية مثل انتقال بعض الأنواع الغريبة الغازية خلال ماء توازن ناقلات البترول من أماكن إلى أماكن أخرى.

وقد تتفاعل الكائنات الحية الموجودة في الماء مع البيئة المائية بدرجة ما تؤدي إلى حدوث خلل معين (عدم اتزان) بهذه البيئات وهو ما يعرف بالتلوث الحيوي داخل البيئة المائية.

والكائنات الحية المسببة للتلوث الحيوي منها ما يري بالعين المجردة كبعض الطحالب والنباتات المائية مثلا، ومنها لا يري الا باستخدام المجهر كالبكتريا واغلب الفطريات، والأوليات الحيوانية (البرتوزوا)، ومنها لا يري الا باستخدام الميكروسكوبات الالكترونية لدقة حجمها مثل الفيروسات.

ومن هذه الكائنات ما ينتشر بصورة اكبر من غيره في بيئات معينة ويرجع ذلك إلى طبيعة وحجم تلك الكائنات وانتشار أو ندرة اعداؤها الطبيعيين بالإضافة إلى التنافس بين الكائنات في البيئة الواحدة. فكلما كان الكائن دقيقا كلما كان انتشاره في العديد من البيئات امر سهلا ويتضح ذلك جليا في حالة البكتريا والفيروسات والفطريات التي تنتشر في الماء والهواء والتربة. فمثلا الجرام الواحد من التربة الزراعية قد يحتوي علي أكثر من 200 مليون خلية بكتيرية بجانب 300 ألف فطر ومياه الصرف الصحي الخام يحتوي السنتمتر المكعب منها علي أكثر من مليون خلية بكتيرية والالاف من

الفصل الثالث

الفيروسات والطفيليات بصرف النظر عن كون هذه الكائنات ضارة أو نافعة. ويأتي علي العكس الأول يات الحيوانات والمراحل المختلفة من دورة حياة العديد من الطفيليات.. ففي هذه الحالة تكون احجام هذه الكائنات كبيرة نسبيا ولها طبيعة حياة مختلفة ولذلك فمن الصعب أن توجد هذه الكائنات في الهواء، ولكن وسطها البيئي المفضل هو المياه والتربة الرطبة

3 - 1 . مصادر التلوث بالملوثات المائية

Sources of Water Pollutants

تتعد مصادر التلوث بالملوثات المائية التي يمكن أن تصل للماء، فهناك التلوث الطبيعي للماء بالفيضانات والسيول والذي قد يسبب انتقال وانتشار الملوثات الكيميائية والحيوية والتسبب بالأمراض والأوبئة، وهناك المصادر البلدية كالمخلفات البشرية للإنسان والتي من أهمها مياه الصرف الصحي ومياه صرف المستشفيات والمراكز العلاجية ومخلفات الماشية وتربية الحيوانات، والمصادر الصناعية كمياه صرف المصانع الغذائية والكيميائية ومخلفات المجازر والسلخانات ودباغة الجلود، المصادر الأخرى كالمصادر التي يتسبب فيها السلوكيات الخاطئة للسكان في تعاملهم مع الماء والبيئة المحيطة بهم، إلا أن ما يميز هذه المصادر أن كلها ناتجة عن أنشطة الإنسان المختلفة سواء أنشطة بلدية أو صناعية أو ناتجة عن السلوك الإنساني الخاطيء. وسوف نستعرض من خلال السطور القادمة أهم مصادر التلوث بالملوثات المائية للماء.

3 - 1 - 1 . التلوث الطبيعي للماء والملوثات المائية

التلوث الطبيعي للمياه موجود في كل مكان وكل زمان، فمخلفات الحيوانات والنباتات تجد طريقها دائماً إلى الماء. فكلما تدفقت المياه الجارية على السطح التقطت فضلات عضوية ورواسب ومواد معدنية وكائنات ممرضة. وقد زاد الإنسان من

التلوث المائي والملوثات المائية

التلوث الطبيعي للمياه عن طريق نشاطاته التي تحد من الغطاء النباتي ، مثل قطع الأشجار والغابات ، ما يوجد خلل في النظام الأيكولوجي ، ويزيد من نسبة الجريان السطحي ووصول الملوثات الطبيعية العضوية والمعدنية والحيوية إلى الأنهار والبحيرات .

والعواصف يمكن ان تولد كميات هائلة من الصرف الذي ينقل الملوثات المختلفة إلى مصادر المياه . كما أن الحرائق تدمر الغطاء النباتي وتسبب التلوث بالرواسب . من جهتها فإن الزلازل يمكن أن تعمل على إلحاق الضرر بشبكات الماء والمجاري وقد تعمل على تغيير اتجاه مجرى الجريان في الأنهار .

والفيضانات علي سبيل المثال كأحد صور التلوث الطبيعي للماء يمكن أن تسهم في زيادة التلوث بالملوثات المائية الكيميائية والبيولوجية من خلال :

- الفيضانات تتسبب في غمر الأراضي والمنازل وموارد المياه القائمة وآبار المياه الجوفية والطمبات الحشوية مما يزيد من انتشار الأمراض والأوبئة بالعوامل الحيوية .

- الفيضانات تتسبب في جرف وإتلاف خطوط وشبكات ومحطات المياه والصرف الصحي التي تكون في طريق الفيضانات الناتجة عن السيول الشديدة وبذلك فهي تنقل المياه الملوثة بالصرف الصحي والتي تحتوي علي مختلف الملوثات الحيوية من مكان لآخر مسببة زيادة في التلوث الحيوي للماء .

- الفيضانات يمكن ان تتسبب في انتشار البرك والمستنقعات علي جانبي النهر بعد الفيضان مما يجعل مناطق الفيضان بيئة مناسبة لتوالد الحشرات والقوارض الناقلة للأمراض ، وتزداد الأمراض المصاحبة لتلك الكائنات الضارة .

وعموما يمكن إجمال إمكانية أن يسبب التلوث الطبيعي للماء في انتقال الملوثات الحيوية من مكان لمكان آخر في النقاط الهامة الآتية :

- عمليات الجريان السطحي لمياه الأمطار والسيول .

الفصل الثالث

- حركة الفيضانات علي المسطحات الأرضية ونقلها للملوثات الأرضية إلى المسطحات المائية.
- تولد كميات كبيرة من الصرف نتيجة للعواصف المطرة.
- جريان الماء علي سطح الأرض في الطرقات والشوارع وأسطح المنازل وخلال المزارع ومراحي الحيوانات.
- إلحاق الزلازل بالأضرار لشبكات المياه والصرف الصحي مما يؤدي إلى اختلاط مياه الشرب بمياه الصرف الصحي وتلوثها بالمرضات.
- ذوبان الثلوج وتغلل جزء من مياهها إلى الخزان الجوفي.
- مياه الفيضانات في البلاد الدافئة يمكن أن توفر ظروفاً مثالية لتوالد البعوض وذلك بتكوينها العديد من البرك والمستنقعات الصغيرة، وتزيد من خطر الإصابة بأمراض مثل حمى الضنك، والمالاريا، وحمى الوادي المتصدع.
- الفيضانات والسيول قد تسبب نزوح أعداد هائلة من القوارض التي قد تسبب تفشي داء البريميات leptospirosis وعدوى فيروس هانتا Hantavirus بين البشر.

3 - 1 - 2. المصادر البلدية للملوثات المائية

المقصود بالمصادر البلدية للتلوث أي المصادر التي تنتج عن أنشطة الإنسان البلدية التي تتم داخل القرى والمدن للتمييز بينها وبين المصادر الصناعية التي تنتج من المنشآت الصناعية. ومن أهم المصادر البلدية للملوثات الكيميائية والحيوية التي يمكن ان تصل للماء الآتي:

- مياه الفضلات البشرية من خزانات التحليل .
- مياه الصرف الصحي .
- مخلفات صرف المستشفيات .

التلوث المائي والملوثات المائية

- مخلفات الماشية والطيور وتربية حيوانات المزارع .
- المخلفات الصلبة المنزلية .
- إلقاء جثث الحيوانات النافقة في الترع والأنهار .
- الملوثات الحيوية من جراء السلوكيات الغير سليمة من السكان .

أ - مياه الفضلات البشرية من خزانات التحليل

إن طرق التخلص من الفضلات السائلة البشرية في المناطق الريفية والمناطق المنعزلة أو في المناطق التي لا يوجد بها صرف صحي للفضلات قد يؤدي إلى وصول هذه المخلفات للمياه الجوفية . فمثلاً يتسرب السائل الناتج عن وحدات التحليل اللاهوائي Septic Tanks إلى المياه الجوفية طبقاً لأسلوب التخلص النهائي المتبع . ومن الدلائل علي تلوث المياه الجوفية اكتشاف العلماء لوجود بعض الفيروسات الممرضة داخل مصادر المياه الجوفية في المناطق القريبة من أحواض التحليل وقد اكتشف ذلك بالفعل في أحد آبار المياه الجوفية بالولايات المتحدة الأمريكية . وقد تتسبب برك الأكسدة التي أنشئت قديماً في تسرب مياه الفضلات البشرية إلى الخزان الجوفي (حيث أن هذه البرك ليست معزولة) .

ب - مياه الصرف الصحي

مياه الصرف البلدية والتي تعرف بمياه الصرف الصحي تتكون من مخلفات صرف الإنسان بالإضافة إلى المياه الرمادية والتي تشمل مياه الاستحمام ونظافة الاواني ومياه المطابخ والمغاسل .

وتحتوي مياه الصرف الصحي كذلك على نسبة عالية من الأملاح فبول الإنسان مثلاً يحتوي على نسبة عالية من اليوريا والأملاح الضارة بالجسم ، التي يتخلص منها

الفصل الثالث

ب طرحها إلى الخارج . كذلك يحتوي البول في بعض الأحيان ، على بويضات لبعض الطفيليات مثل البلهارسيا ، وبعض أنواع الميكروبات . أما الغائط ففضلاً عن احتوائه على مخلفات الطعام والمواد الصلبة ، التي لا يستطيع الجسم هضمها ، فإنه يحتوي على البكتيريا والفيروسات المعوية ومنها : فيروس شلل الأطفال ، بالإضافة إلى بيض وأطوار كثير من الطفيليات .

فبالإضافة إلى المواد العضوية والمواد العالقة تحتوي مياه المجاري على كثير من الكائنات الميكروسكوبية الدقيقة ، والتي يوجد منها بالآلاف وربما بالملايين في كل ملليمتر من مياه المخلفات ، وتتواجد كثير من الكائنات الحية الدقيقة في مياه المجاري بصورة طبيعية ، وتتغذى على المواد العضوية الموجودة فيها . والجدول التالي يبين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة التي يمكن ان تتواجد في مياه الصرف الصحي وأيضاً إعدادها في المليتر .

تحتوي مياه الصرف الغير معالجة على كثير من الكائنات المرضية مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات الضارة والتي يكون مصدرها غالباً الفضلات البشرية الصلبة (البراز) للمرضي ، وأيضاً يعد صرف مخلفات المستشفيات والمراكز العلاجية لمياه صرفها دون تعقيم أو تطهير من أهم مصادر وصول الكائنات المرضية لمياه الصرف الصحي . وقد تجد هذه الكائنات عند وصولها للمساحات المائية بيئة مناسبة لتكاثرها وانتشارها مما قد يزيد من خطورة انتشار الأمراض عن طريق الماء الملوث بهذه المرضات وبالتالي يزيد من تكاليف تطهير المياه في حال التفكير باستخدامها كمصادر من مصادر مياه الشرب .

وصول الملوثات الحيوية للإنسان عن طريق مياه الصرف الصحي والحماة

الملوثات الحيوية كالممرضات المنبعثة من مياه الصرف المعالجة أو غير المعالجة أو من الحماة إلى أن تصل في النهاية إلى الإنسان أو الحيوان تتخذ مسارات محددة كالآتي :

i. سقوط الممرضات (كالرذاذ الحيوي المنطلق من مياه الصرف الصحي) بصورة مباشرة على الأرض على النباتات التي تتراكم على سطح النبات أو يمتص النبات هذه الملوثات وتنفذ إلى أنسجته المختلفة ويأكلها الإنسان أو الحيوان مسببة له الأضرار الصحية والأمراض.

ii. وصول الممرضات إلى المسطحات المائية المختلفة كالأنهار والبحار من خلال وصول مياه الصرف الزراعي المحملة بتلك الممرضات من خلال ري الأراضي بمياه الصرف الملوثة وتنتقل الممرضات من الأراضي الزراعية إلى مياه الصرف الزراعي ومنها إلى المسطحات المائية، وتصل إلى الكائنات المائية المختلفة في توالي السلسلة الغذائية حتى تصل إلى الأسماك والكائنات المائية التي يتغذى عليها الإنسان وبالتالي تصل إلى الإنسان في النهاية. وقد يشرب الإنسان مباشرة الماء الملوث بالملوثات وبهذا تصل إليه بصورة مباشرة.

iii. وقد يشرب الحيوان مباشرة الماء الملوث بالممرضات من مصادر الماء الملوثة ثم يتغذى الإنسان على هذا الحيوان وبهذا تصل إليه الملوثات عن طريق الحيوان.

iv. قد تظل الملوثات الحيوية معلقة في الهواء وقد يتنفس الإنسان الهواء الملوث وبهذا تصل إليه الملوثات بصورة مباشرة.

ج - مخلفات صرف المستشفيات كأحد أخطر مصادر تلوث مياه الصرف الصحي والبيئة

بالكائنات الممرضة [*]

في دراسة قيمة للدكتور/ الطاهر إبراهيم الثابت يقول :

مياه الصرف الصحي في المؤسسات والمرافق الصحية شبيهة في قوامها لمياه الصرف الصحي العام بالمدينة وتختلف عنها في احتواها على أنواع مختلفة جدا ومتنوعة من

[*] مقالة للدكتور/ الطاهر إبراهيم الثابت - النادي الليبي للمخلفات الطبية.

الفصل الثالث

المخلفات السائلة مع أن كمياتها قليلة إلا أنها تحتوي على العديد من المركبات المعدية والخطيرة الناتجة من العناية بالمرضى .

تحتوي مياه الصرف الصحي للمستشفيات بالإضافة للمخلفات البشرية اليومية للمرضى والعاملين على الآتي:

الميكروبات الممرضة : تحتوي مياه مجاري المستشفيات على كميات كبيرة من ميكروبات الأمراض المعوية من بكتيريا وفيروسات وديدان والتي تنتقل بسهولة خلال الماء. تتلوث مياه الصرف الصحي من أقسام الأمراض السارية والمعدية من مرضى التهابات المعوية خلال الاوبئة.

المخلفات الصيدلانية : كميات قليلة من الأدوية يتم تصريفها للمجاري العامة من الصيدلية ومن الأقسام الطبية المختلفة، هذه الأدوية قد تحتوي على المضادات الحيوية وأدوية سامة لعلاج الأورام (cytotoxic drug) وبعض الأنواع الأخرى.

سوائل كيميائية خطيرة : كميات هذا النوع من المخلفات متنوعة ومختلفة ناتجة من عملية التعقيم والتنظيف اليومية للأجهزة والمعدات والأسطح والأرضية، كميات كبيرة من المذيبات من أحماض وقلويات عضوية وغير عضوية يتم تصريفها للمجاري العامة من معامل التحاليل ومعامل الباثولوجية بدون معالجة.

مخلفات بقايا المعادن الثقيلة : كميات من المعادن الثقيلة ذات السمية العالية يتم تصريفها مثل الزئبق والفضة والرصاص من مراكز خدمات الأسنان ومن أقسام التصوير بالأشعة وكذلك من الأقسام الفنية المساعدة بالمستشفيات كقسم الحركة والميكانيكية.

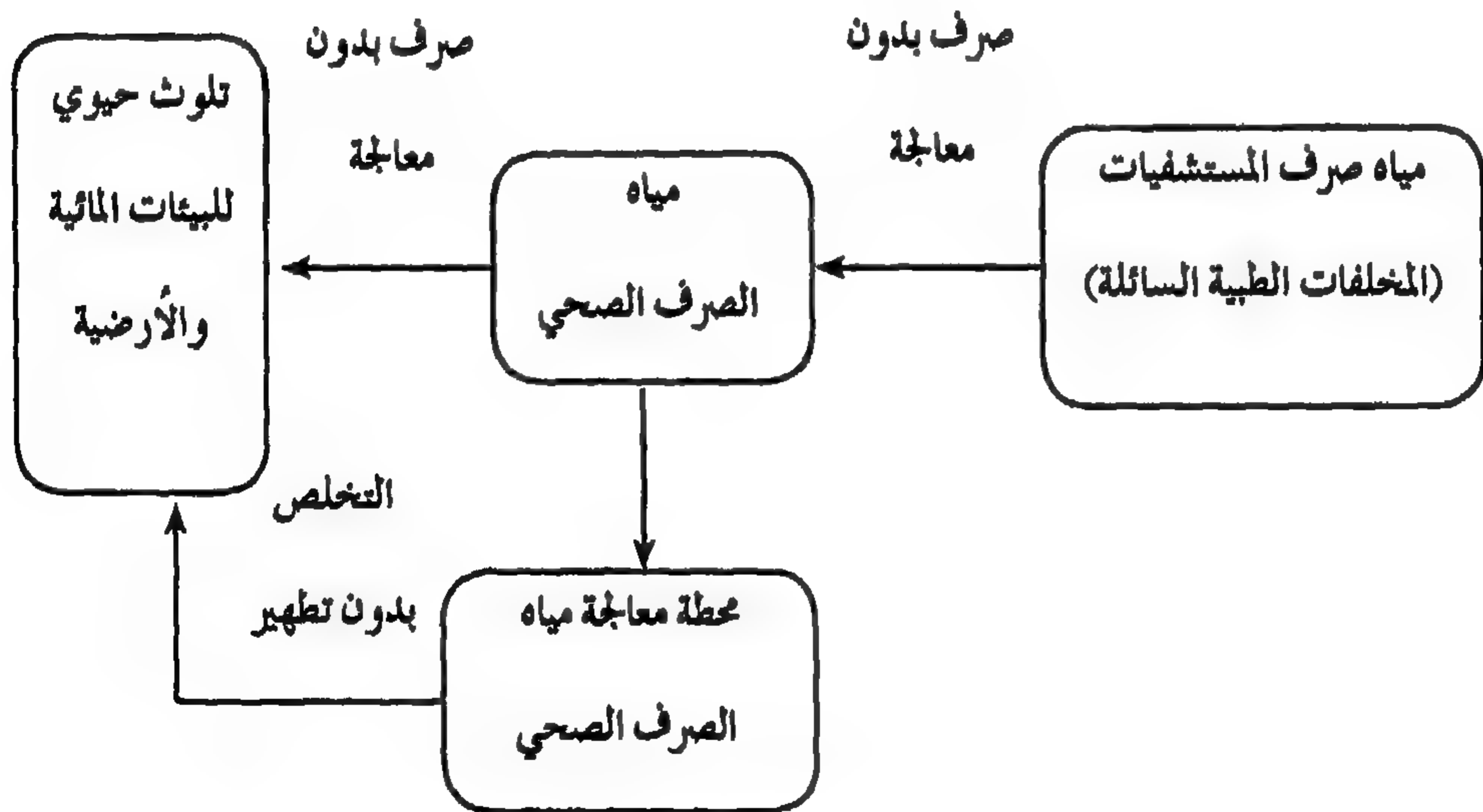
مخلفات سائلة مشعة : كميات صغيرة من مخلفات سائلة مشعة تذهب لمياه الصرف الصحي من أقسام علاج الأورام.

مصادر المخلفات الطبية السائلة والتي يتم التخلص منها عن طريق مياه الصرف الصحي:
المصادر الآتية هي أهم مصادر المخلفات الطبية السائلة والتي يتم التخلص منها عن طريق مياه الصرف الصحي:

التلوث المائي والملوثات المائية

- المستشفيات العامة والتعليمية والمراكز الطبية التخصصية.
- مختبرات الأبحاث ومعامل الدراسات في الكليات الطبية والتقنية
- معامل التحاليل الطبية العامة والخاصة.
- العيادات الخارجية ومصحات الإيواء الخاصة.
- مراكز خدمات الكلى الاصطناعية.
- مراكز وعيادات الأسنان.
- مصارف الدم ومراكز التبرع بالدم.
- المختبرات البيطرية ومراكز أبحاث الحيوانات.
- مراكز العناية بالعجزة والمسنين.

ويبين الشكل التالي مخطط مبسط لوصول الملوثات الحيوية من المخلفات الطبية السائلة إلى النظم البيئية.



شكل 3 - 2 مخطط لوصول الملوثات الحيوية من المخلفات الطبية السائلة إلى النظم البيئية

الفرق بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للمدينة

هناك اختلاف كبير بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للأنواع الأخرى (مياه الصرف الصحي للمنازل والمصانع والمزارع) حيث تمتاز مياه الصرف بالمستشفيات بتنوعها واحتواها على الآتي:

1. وجود بكتيريا لها المقدرة على مقاومة عدد كبير من المضادات الحيوية في مياه الصرف الصحي للمستشفيات.

2. بصفة عامة تركيز عدد البكتيريا والفيروسات المعوية في مياه الصرف الصحي للمستشفى أكثر من مياه الصرف الصحي للمدينة.

3. وجود ملوثات المياه الفيروسية مثل الفيروسات المعوية بكميات كبيرة بمقارنة بمياه الصرف الصحي للمدينة مع وجود الفيروسات الأخرى مثل adenovirus وفيروسات الدم مثل فيروس تليف الكبد وفيروس الإيدز الموجود بكميات كبيرة في سوائل جسم المرضى المصابين من الأقسام الطبية والمعامل والتي تذهب مباشرة لشبكة الصرف الصحي بمستشفى، بعض الدراسات أثبتت وجدت أجزاء من فيروس HIV في مياه المجاري للمستشفى بكميات أكبر من مياه الصرف الأخرى (، Lue – Hing et al. 1999).

4. وجود كميات أكبر من المعادن الثقيلة من الزئبق والفضة وكميات من المركبات الكيميائية المسببة للهلوسة والهرمونات البيئية.

5. وجود كميات كبيرة من المضادات الحيوية بالمقارنة بمياه الصرف الصحي للمدينة.

الحاجة والضرورة ملحة للاستفادة من هذه الكميات الضخمة من مياه الصرف الصحي للمستشفيات ولكن من الأوليات عدم تعريض البيئة والأفراد لمخاطر هذه المياه بعد معالجتها وخاصة مخاطر الملوثات الحيوية مثل مسببات المرض التي قد لا

التلوث المائي والملوثات المائية

تستطيع محطات المعالجة التخلص منها . فيجب قبل المعالجة الحد والتقليل والتخلص من الملوثات الحيوية قبل تصريفها للشبكة المياه الصرف الصحي العامة.

هناك عدة إجراءات ونصائح وتوصيات من الضرورة الأخذ بها في حالة أردنا معالجة تلك المياه للاستفادة منها، وذلك من أجل سلامة وعدم تدمير بيئتنا والمحافظة على صحة الأفراد بها منها :

- يجب تعقيم كل سوائل جسم المرضى الناتجة من العناية بهم قبل صرفها إلى مجاري المستشفى مثل الدم والافرازات المختلفة بواسطة الحرارة الجافة أو البخار أو تعقيمها بواسطة الكيماويات أقل خطورة .

- يجب انشاء وحدة معالجة وتطهير للمياه الناتجة عن أنشطة المستشفيات قبل صرفها على الشبكة العامة للصرف الصحي. 2- يتم التخلص من المخلفات الصيدلانية عن طريق المحارق ذات درجات الحرارة العالية والابتعاد عن تصريفها بالمجاري المستشفى حتى لو كانت بكميات بسيطة.

ومن اهم الأسباب التي تؤدي إلى انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة في المياه الملوثة هو صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية إلى شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي إلى انتشار الأمراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

د - مخلفات الماشية والطيور وتربية حيوانات المزارع

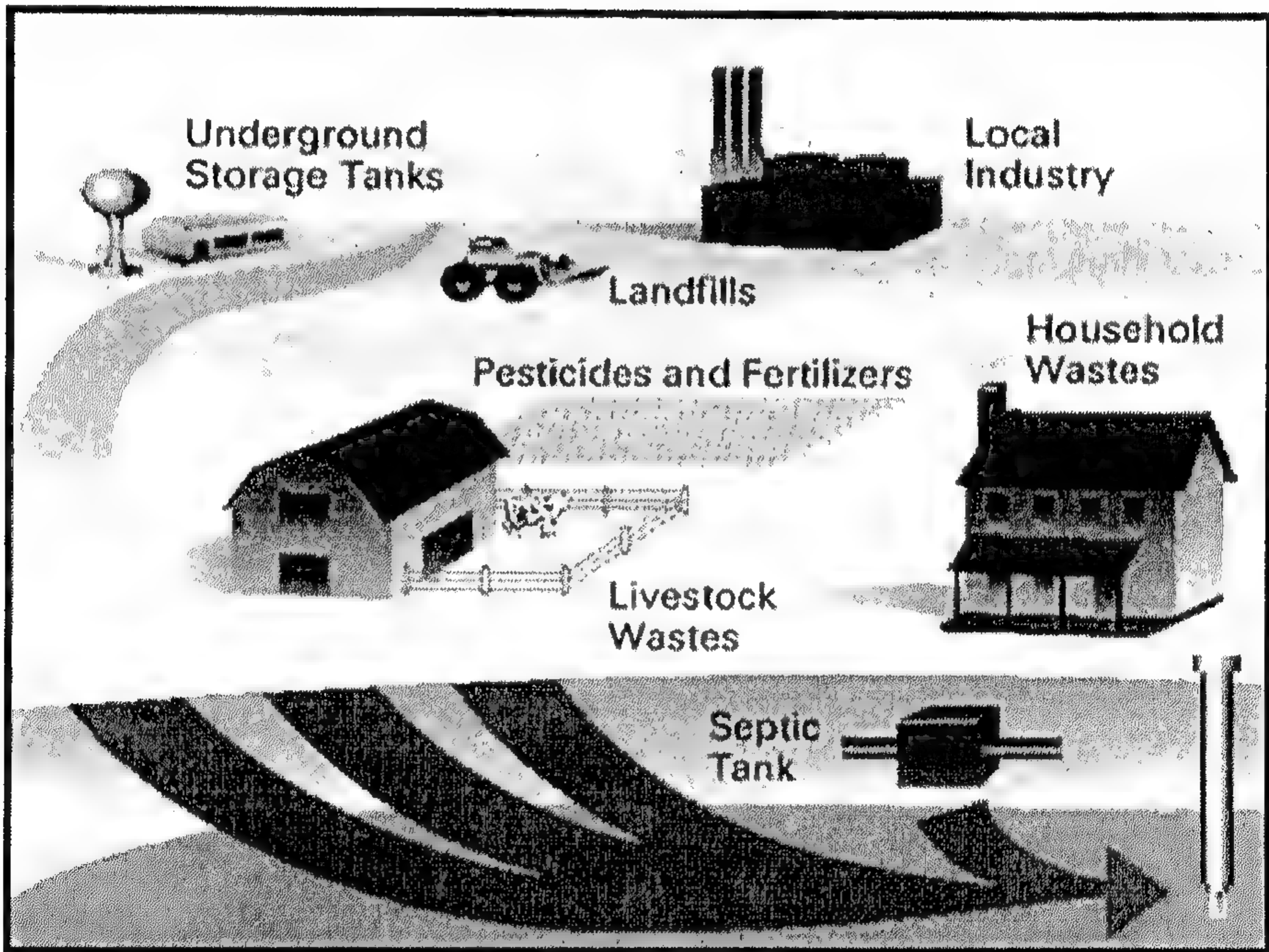
أماكن تربية الماشية وحيوانات المزرعة ينتج عنها الكثير من الفضلات الحيوانية التي تحتوي على كثير من الملوثات الحيوية مثل الكائنات الحية الدقيقة الممرضة وغير الممرضة التي تنتج من افرازات الحيوانات .

ومن المصادر الأخرى الهامة للملوثات الحيوية مخلفات الطيور المنزلية والطيور البرية اذ تصل هذه المخلفات وما تحمله من ملوثات حيوية للماء عن طريق الانجراف

الفصل الثالث

السطحي للتربة والجريان السطحي للتربة بفعل الأمطار والسيول المتساقطة على الأرض.

وتتولد الفضلات الحيوانية من روث الحيوانات الموجودة في مناطق الإنتاج الحيواني لصناعة الالبان واللحوم . وبازدياد أعداد الحيوانات تفقد التربة المحيطة قدرتها على الامتصاص وتتسبب بسوائل ومواد الروث . ثم تقوم مياه الأمطار بحمل الملوثات وربما اوصلتها للمياه الجوفية ومن هذه الملوثات الاحمال العضوية العالية والمركبات النتروجينية والبكتريا والطفيليات الممرضة.



صورة تبين مصادر الملوثات الحيوية للماء مثل احواض التحليل ومزارع الحيوانات

هـ - المخلفات الصلبة المنزلية

ويقصد بهذه المخلفات تلك التي يتم التخلص منها بالدفن بطريقة غير صحيحة وغير صحية. ويتم الدفن عادة في مناطق منخفضة، وعادة يكون منسوب المياه الجوفية

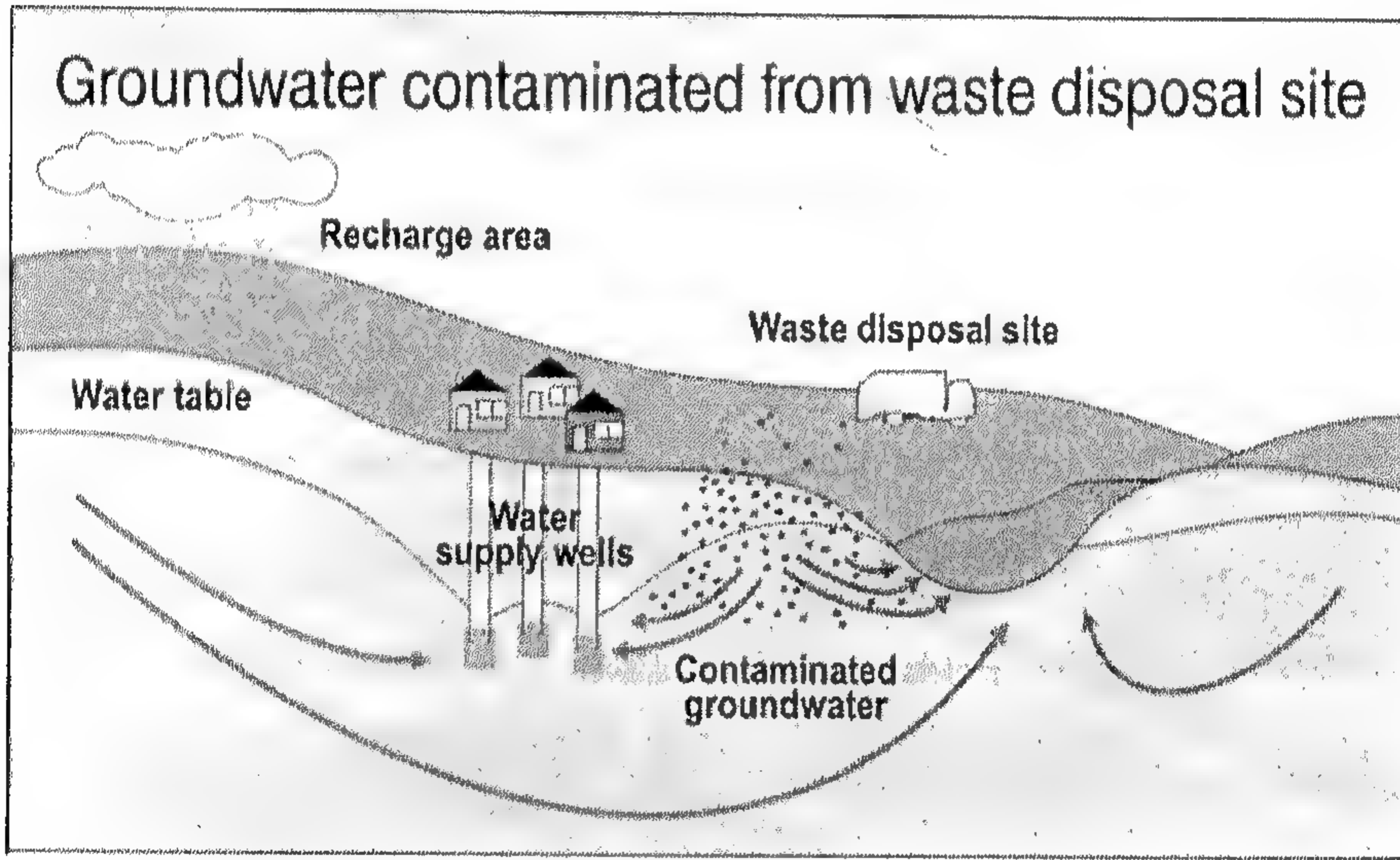
عالياً، أو عندما تكون التربة ذات مسامية عالية (مثلما يوجد في طبقات الرمل والحصى) ينساب السائل الناتج من ضغط وعصر المخلفات للخزان الجوفي. وهذا السائل يحتوي علي تركيز عالي من الأكسجين الحيوي المتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والمواد الصلبة والكلوريدات والنترات والحديد والمنجنيز والمواد العضوية. ومن المصادر المتوقعة لزيادة مياه المدفن : الأمطار، وتسرب المياه السطحية، والمياه المتسربة من المناطق المحيطة بمنطقة دفن المخلفات، والمياه الجوفية الملامسة للنفايات عندما يرتفع منسوبها. ومن الملوثات المتواجدة بمدافن المخلفات الصلبة غازات الميثان وثاني أكسيد الكربون والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وهي غازات ناتجة عن تحلل المواد العضوية الموجودة بوفرة في هذه المخلفات. ويمكن الحد من وصول تلك الملوثات للمياه الجوفية باتباع طرق الدفن الصحية للمخلفات باختيار المواقع المناسبة والتصميم الجيد للمدفن والتخلص الآمن من نواتج الدفن.

المخلفات الصلبة المنزلية التي تحتوي علي ملوثات حيوية مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات الممرضة قد تجد طريقها للماء مسببة تلوثه. ومن أشهر المخلفات الصلبة الملوثة للمياه الجوفية هي تراكم القمامة وبقايا الطعام علي سطح الأرض فتتغلغل بدورها مع مياه الأمطار إلى جوف الأرض وتلوث المياه الجوفية، أو تصل للمياه السطحية عن طريق الجريان السطحي لمياه الأمطار، أو عن طريق التخلص غير السليم من تلك المخلفات في الأنهار والترع والقنوات المائية بما تحتويه من ملوثات حيوية فتنتشر تلك الملوثات في البيئة المائية لتلك المسطحات وقد تنمو وتتكاثر عند وجود الظروف المناسبة للنمو والتكاثر فتعمل علي زيادة التلوث الحيوي للماء.

ومن أكثر الأسباب التي تلوث المياه السطحية والجوفية التخلص السطحي من النفايات ويحدث هذا غالباً في البلاد الصناعية، حيث تدفن هذه البلاد نفاياتها الصناعية، في برك تخزين سطحية.

الفصل الثالث

فعلى سبيل المثال يتم التخلص من حوالي 390 مليون طن من النفايات الصلبة في الولايات المتحدة الأمريكية عن طريق دفنها في أماكن مخصصة على سطح الأرض. كما يجري التخلص من حوالي 10 آلاف مليون جالون من النفايات السائلة عن طريق وضعها في برك تخزين سطحية. وقد يؤدي عدم إحكام عزل هذه البرك إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقة الجوفية الحاملة للمياه العذبة، حيث يعد 10% من هذه النفايات ذات خطورة حقيقية على صحة الإنسان والبيئة بسبب تراكم الملوثات في البيئة ووصولها للإنسان عبر مصادر مياه الشرب أو عن طريق التراكم الحيوي في الكائنات الحية وتصل للإنسان عبر السلسلة الغذائية.



و - القاء جثث الحيوانات النافقة في الترع والأنهار [*]

تناول الدكتور احمد محمد مندور بقسم الطفيليات بكلية الطب جامعة اسيوط موضوع الطفيليات التي تنتقل للإنسان عن طريق القاء جثث الحيوانات النافقة في مجري نهر النيل وفروعه، وذكر أن إلقاء الحيوانات الميتة في النيل جعلته وكأنه

[*] المؤتمر القومي الخامس لجامعة أسيوط (تفاعل الجامعة والبيئة) 1994 .

التلوث المائي والملوثات المائية

مقبرة للقاذورات ونبه ان الحيوانات النافقة غالبا ما تكون حاملة للأمراض ومن هنا تعتبر وعاء حاوي لكثير من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة مثل الفيروسات والبكتيريا والطفيليات والحشرات ، وهذه المسببات المرضية قد تنتقل إلى الإنسان بطريقة مباشرة أو غير مباشرة عند شرب المياه الملوثة أو الاستحمام في مياه النهر المستباحة أو تناول خضروات ملوثة غسلت في المياه الملوثة أو اواني غسلت وشطفت في المياه الملوثة. ومما يصعب المشكلة ان هذه الطفيليات الممرضة لا تسبب اعراضا مرضية في الحال ولكن في التأثيرات الضارة المزمنة.

وأهم الطفيليات التي تنتقل للإنسان من الحيوانات النافقة هي الآتية :

- ديدان الاكتيوكوكس التي تعيش في امعاء الكلاب .
- ديدات ترايكوستر ونجليس كولبر مفورس التي تعيش في امعاء الابقار .
- التكسوبلازما التي تعيش في امعاء القطط .
- ديدان شريطية من جنس ماتيسبس تعيش في امعاء الكلاب .
- ديدان التوكسوكاراكانس في امعاء الكلاب والتوكسوكارافيتيولوم في امعاء الجاموس .
- السادكوس الذي يعيش في امعاء الكلاب .

ي - الملوثات الحيوية من جراء السلوكيات الغير سليمة من السكان

- السلوكيات غير السليمة من بعض الناس تسبب في تلوث الماء بالكثير من العوامل الحيوية الممرضة من ابرز هذه السلوكيات:
- لقاء محتويات المراحيض والمجارير ومخلفات أحواض التحليل في مياه الأنهار.
 - لقاء مخلفات بعض المصانع والمتاجر المحتوية علي ملوثات حيوية في مياه الترعى والأنهار والقنوات المائية.

الفصل الثالث

- التبرز والتبول والخوض في المياه للإنسان والحيوان (خاصة الماشية والاعنام).
- غسل وتنظيف الحيوانات والماشية في الأنهار والترع.
- غسل وتنظيف الحيوانات والماشية في الأنهار والترع.
- لقاء القاذورات والفضلات والقمامة والمواد السامة في المياه.
- لقاء للزوارق والمراكب بمخلفاتها في الأنهار.
- لقاء جثث الحيوانات النافقة في المجاري المائية.
- لقاء مخلفات المجازر والسلخانات والمدابغ في الترع والأنهار.
- لقاء مخلفات سفن الرحلات النيلية والبحرية من الفضلات البشرية في الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات.
- تسرب مخلفات وفضلات المزارع والاقفاص السمكية المقامة في الأنهار بصورة عشوائية.

3 - 1 - 3. المصادر الصناعية للملوثات المائية

المصادر الصناعية للملوثات الحيوية تأتي من خلال صرف مياه الصرف الصناعي للمصانع والمنشآت الصناعية إلى البيئة المائية، وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي علي كثير من الملوثات والعوامل الحيوية الملوثة، فمياه الصرف الصناعي الخاصة ببعض الصناعات تحتوي علي كثير من الملوثات الحيوية الخطرة مثل الدم والبكتيريا والفيروسات والطفيليات الممرضة.

وغالبا ما تحتوي الصناعات الآتية علي مخلفات سائلة غنية بالملوثات والعوامل الحيوية :

- مياه صرف المسالخ والمجازر للحوم الحيوانات والدواجن
- مياه صرف مدابغ الجلود

- مياه صرف معامل صناعة الالبان ومشتقاتها .

- مياه صرف معامل البيرة والتخمير والتقطير .

قد تتواجد بعض الكائنات الدقيقة في مياه الصرف الصناعي لبعض الصناعات وقد تكون بعض من هذه الكائنات كائنات ممرضة وينتج ذلك عند اختلاط الصرف الصناعي بالصرف الصحي الموجود داخل المصنع مما سبب نمو هذه الكائنات في مياه الصرف الصناعي .

وبعض الصناعات ينتج عنها نوع معين من البكتيريا الممرضة مثل المجازر الآلية والبعض الآخر ينتج عنه طفيليات وفطريات مثل مصانع النشا والخميرة . وتحدد الاختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا الممرضة من عدمه بواسطة اختبار نوع معين من الكائنات الدقيقة (القولونيات البرازية) . وتمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة لمياه الصرف قبل التخلص منها إلى البيئة المحيطة .

وقد تتواجد معظم أنواع الكائنات الحية الدقيقة كما في أنواع معينة من الصرف الصناعي لبعض الصناعات الغذائية وصناعات التعليب والصناعات الورقية التي تتواجد بها البكتيريا القولونية أو في حالات تجمع الصرف الصناعي مع الصرف الصحي في شبكة واحدة قبل محطة المعالجة كما يحدث في كثير من المنشآت الصناعية .

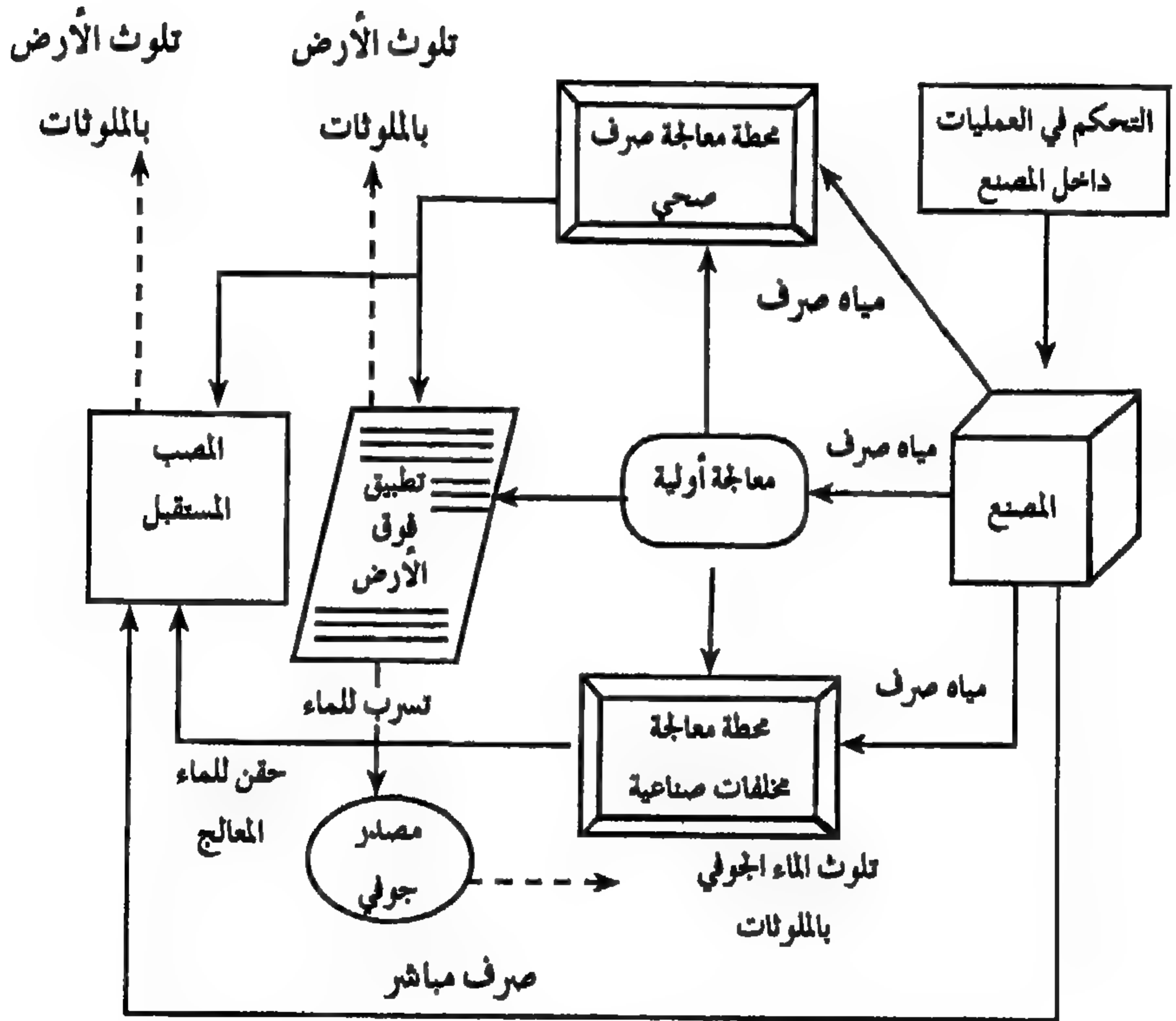
خيارات التخلص من مياه الصرف الصناعي

يعتمد التخلص من مياه الصرف الصناعي على نوعيتها وعلى مجال استخدام المياه المعالجة فيما بعد وعلى طبيعة المصادر المستقبلية لهذه المياه ، والخيارات التالية هي الخيارات المختلفة للتخلص من مياه الصرف الصناعي :

- ان تصرف مباشرة إلى أقرب مجري مائي بدون تخفيف .
- ان تصرف مباشرة إلى اقرب مجري مائي بعد تخفيفها بمياه الصرف الصحي أو اية مياه أخرى .

الفصل الثالث

- ان تصرف مباشرة إلى محطة معالجة لمياه الصرف الصحي.
- ان تجمع وتنقل إلى محطة مركزية للصرف الصناعي.
- ان يجري عليها معالجة اولية أو ابتدائية لتصبح مواصفاتها ضمن الحدود التي تسمح بصرفها مباشرة إلى شبكات الصرف الصحي ومنها إلى محطات معالجة الصرف الصحي.



شكل 3 - 3 خيارات التخلص من مياه الصرف الصناعي

3 - 1 - 4. المصادر الزراعية للملوثات المائية

قد تسبب الزراعة وما يترتب عليها من صرف زراعي ملوث بالأسمدة والمكبات الكيميائية إلى تلوث البيئة المائية ومن أشهر تلك المشاكل مشكلة النمو الطحلي المفرط (الازدهار الغذائي) التي يتسبب فيها مياه الصرف الزراعي المحملة بالأسمدة النتروجينية والفوسفاتية من الأراضي الزراعية من المشكلات التي تؤثر على نوعية المياه في الأنهار والبحيرات.

يتم استخدام العديد من المواد الكيميائية في الزراعة وتشمل النيتروجين وأسمدة الفسفور والمبيدات الحشرية) تستعمل لمعالجة التربة والبذور (ومنظمات نمو النبات ومطهرات والعقاقير البيطرية (استخدام المضادات الحيوية للحيوانات واستخدام المضادات الحيوية في مزارع السمك) ومن بين هذه المواد تعتبر المبيدات الحشرية من أكثر المواد الكيميائية تأثيراً على الصحة والبيئة. وادى التوسع في استخدام المبيدات بصورة مكثفة في الأغراض الزراعية والصحية إلى تلوث المسطحات المائية بالمبيدات العضوية اما مباشرة عن طريق القائها في المياه أو بطريق غير مباشر مع مياه الصرف الزراعي والصحي والصناعي التي تصب بهذه المسطحات كما ويتسرب جزء من هذه المبيدات الى المياه الجوفية. وتصل مصادر التلوث بالمبيدات للمياه السطحية عن طريق:

- مع الغسيل بواسطة مياه الأمطار.
- مع مياه الصرف إلى الماء الأرضى.
- تلوث مباشر مع المياه السطحية من خلال الإنجراف.
- بقايا مبيدات المحاصيل وماء الغسيل الناجم من تنظيف معدات الرش.
- المبيدات المستخدمة في القضاء على الحشائش والنباتات المائية كورد النيل.

3 - 1 - 5. التلوث بالملوثات المائية نتيجة الحوادث والظروف العرضية

قد تؤدي بعض الحوادث والظروف العرضية إلى تلوث الماء مثلما يحدث عند انفجار وكسور مواسير شبكات المياه أو مواسير الصرف الصحي. وترجع أسباب انفجار وكسور مواسير شبكات المياه إلى:

- تآكل المواسير من الداخل أو الخارج.
- عدم تحمل المواسير لضغوط المياه المتزايدة بداخلها.
- مد المواسير بالقرب من سطح الأرض.
- أعمال الحفر والإنشاءات.

والخطورة تكمن عند إنقطاع التيار الكهربائي وتوقف ضخ المياه إلى الشبكات فينتج ضغط سالب داخل المواسير ومن ثم تتسرب مياه الرشح الملوثة من التربة حول الكسور إلى داخل المواسير. وعند عودة التيار الكهربائي تتدفق المياه مرة ثانية داخل المواسير وتدفع أمامها هذه الملوثات لتصل إلى المنتفعين مما يؤدي إلى تفشي الأمراض المعدية وغيرها على صورة موجة وبائية.

أما بالنسبة لانفجار مواسير الصرف الصحي فإنها تلوث التربة بالعديد من ملوثات الصرف الصحي الكيميائية والبيولوجية ومن ثم فإن هذه الملوثات قد تجد طريقها إلى الخزان الجوفي عن طريق التسرب خلال الأرض. وربما تتسلل هذه الملوثات أيضاً إلى مواسير مياه الشرب المكسورة أو التي بها شروخ وصدوع مسببة تلوث مياه الشرب بهذا الملوثات.

3 - 2. علاقة الملوثات المائية ببعضها البعض

Relation of Water Pollutants with Each Other

الملوثات المائية تنتشر داخل الأنظمة البيئية المختلفة فهي تنتشر في الهواء والماء والتربة. وتتداخل مع الأنواع الأخرى من التلوث البيئي فالملوثات البيئية وإن كانت تختلف في نوعياتها وخصائصها وطبيعتها وتأثيراتها في الإنسان والكائنات الحية والبيئة المحيطة، إلا أنها تتشابه في علاقات مع بعضها البعض. فعلى سبيل المثال الملوثات الحيوية كاحد أخطر الملوثات المائية تتأثر بوجود وانتشار الملوثات البيئية الأخرى كالمملوثات الفيزيائية والكيميائية، وهذا التأثير يتمثل في:

- أن كل ملوث يمكن أن يزيد من وجود وتراكم وتركيز ملوث آخر فالملوثات الكيميائية على سبيل المثال من المواد النتروجينية والفسفورية الناتجة عن الاسراف في استخدام الأسمدة تزيد من النمو المفرط للطحالب مما يسبب من تلوث البيئات المائية بكثير من الأنواع الطحلبية.
- أن كل ملوث يمكن أن يزيد ويفاقم من تأثير النوع الأخرى من الملوثات، فالتلوث بمياه المخلفات السائلة البلدية كمياه الصرف الصحي يزيد من تأثير استنزاف الأكسجين الذائب في المستنقعات المائية والتي قد تنتج من النمو المفرط للطحالب ثم التحلل العضوي لها.
- هناك علاقات تبادل بين أنواع معينة من الملوثات فالتلوث الغذائي قد يسبب تلوثاً حيوياً للماء عند لقاء الغذاء الملوث في البيئة المائية، ومن الناحية الأخرى فالتلوث الحيوي للماء بالكائنات الحية الدقيقة يسبب تلوثاً غذائياً عندما يتم استخدام هذا الماء في صناعة وتحضير الغذاء.

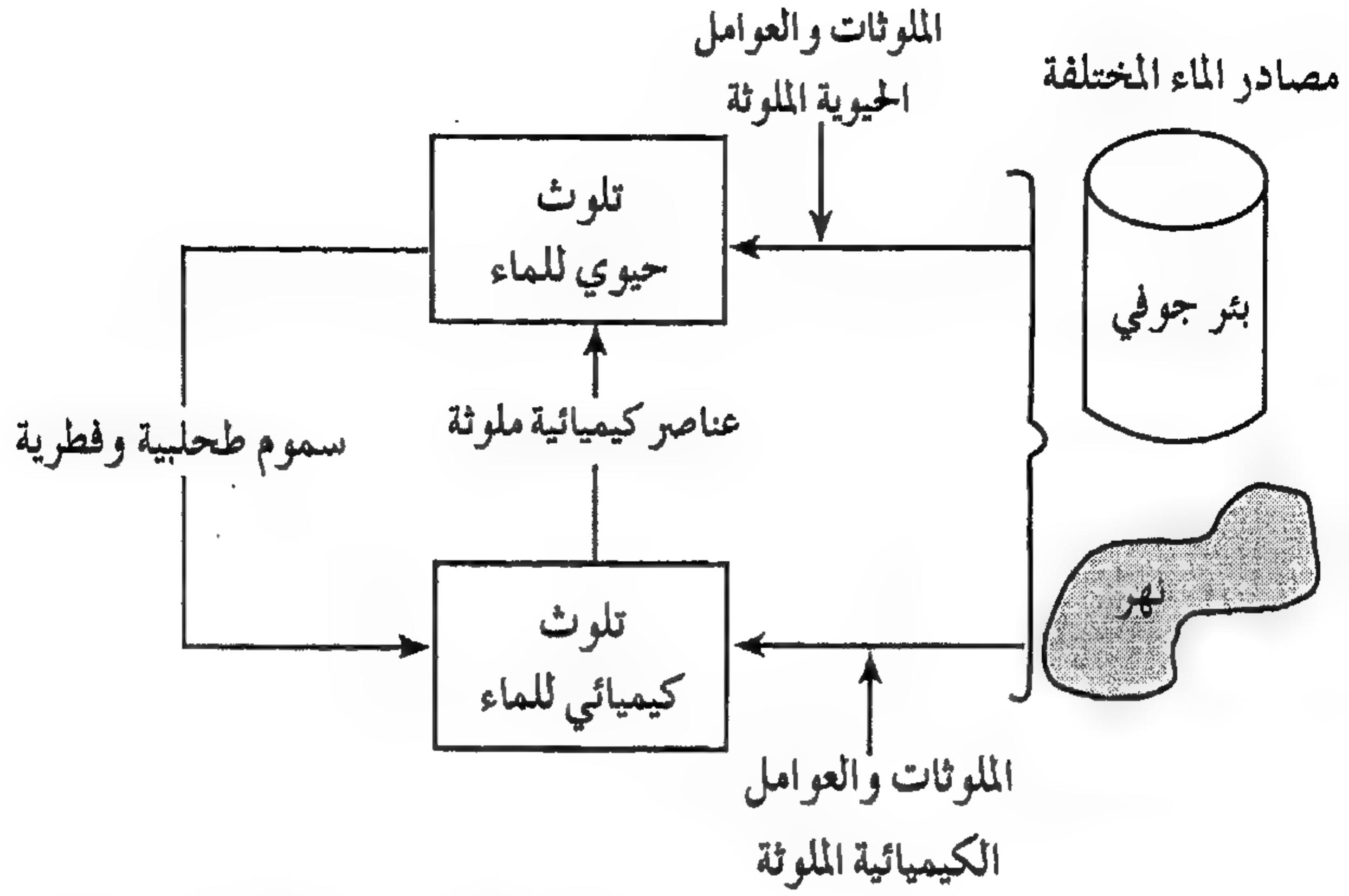
الفصل الثالث

3 - 2 - 1. الملوثات الحيوية وعلاقتها بالتلوث الكيميائي

هناك علاقة بين الملوثات الحيوية والتلوث الكيميائي للماء فالكائنات المائية النباتية والحيوانية والكائنات الدقيقة تتأثر بـ صور التلوث الكيميائي الموجودة في البيئة المائية، فالملوثات الكيميائية علي اختلاف صورها و أنواعها تؤثر علي نمو وتكاثر وانتشار الكائنات المائية داخل بيئاتها، فهناك مواد ومركبات كيميائية تزيد من نمو أنواع معينة من الكائنات الدقيقة الحية بدرجة أكبر من اللازم مما قد يسبب تلوثاً حيوياً للماء. وعموماً فقد يتداخل التلوث المائي بالملوثات الحيوية مع التلوث الكيميائي في النقاط الهامة الآتية:

- إن التلوث الكيميائي قد يضيف إلى البيئة المائية عناصر جديدة قد تؤدي إلى زيادة وانتشار التلوث الحيوي بالكائنات الدقيقة الحية وبالنباتات المائية، وخير مثال التلوث بالمركبات الفوسفاتية والنيتروجينية للمسطحات المائية يعمل علي النمو الزائد للطحالب المائية بصورة قد تؤدي في النهاية إلى تحلل الأنهار والبحيرات وموتها بيولوجياً مسبباً خللاً بيئياً جسيماً.
- إن بعض الملوثات الكيميائية العضوية تزيد من تكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة وغير الممرضة فالمركبات العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً تعد من مصادر الكربون للكائنات الحية الدقيقة الممرضة وغير الممرضة مما قد يسبب تلوثاً حيوياً (بيولوجياً) للبيئة المائية الموجود فيها الملوثات الكيميائية.
- إن التلوث الحيوي قد يضيف إلى البيئة المائية سموماً كيميائية وعناصر ضارة منتجة بالكائنات الحية الدقيقة (مثل بعض أنواع الطحالب) والتي يؤدي تراكمها وزيادتها إلى إنتاج عناصر غريبة وسموماً كيميائية تضر بالكائنات المائية الأخرى وتحدث خللاً بيئياً للبيئة المائية.
- التلوث الكيميائي قد يقلل من عمليات التنقية الذاتية للمسطحات المائية مما يزيد من معدلات نمو بعض الكائنات المائية بدرجة قد تسبب تلوثاً حيوياً واضحاً بتلك البيئات.

التلوث المائي والملوثات المائية



شكل 3 - 4 مخطط مبسط لعلاقة الملوثات الحيوية بالتلوث الكيميائي

3 - 2 - 2. الملوثات الحيوية وعلاقتها بالتلوث الفيزيائي

الملوثات الحيوية للماء كما ذكرنا هو تلوث الماء بملوثات حية كالكائنات الدقيقة الممرضة أو بالنباتات والحيوانات المائية الضارة، وهناك علاقة بين الملوثات الحيوية للماء والتلوث الفيزيائي من خلال الآتي :

- وجود الملوثات الحيوية في الماء من شأنها ان تغير من الصفات الفيزيائية الطبيعية للماء محدثة تغيراً أو تلوثاً فيزيائياً ومن امثلة ذلك تلوث الماء بكميات كبيرة من الطحالب التي تؤدي إلى زيادة عكارة الماء وبالتالي تغير وتقلل من نفاذ الضوء خلال طبقات الماء.

- التلوث الفيزيائي للماء مثل التلوث الحراري من شأنه ان يؤثر علي الكائنات الحية الموجودة في الماء ومن ثم يؤثر علي الاتزان البيولوجي الموجود به، فالماء الملوث حرارياً قد يعمل علي هجرة بعض الكائنات إلى أماكن أخرى ملائمة

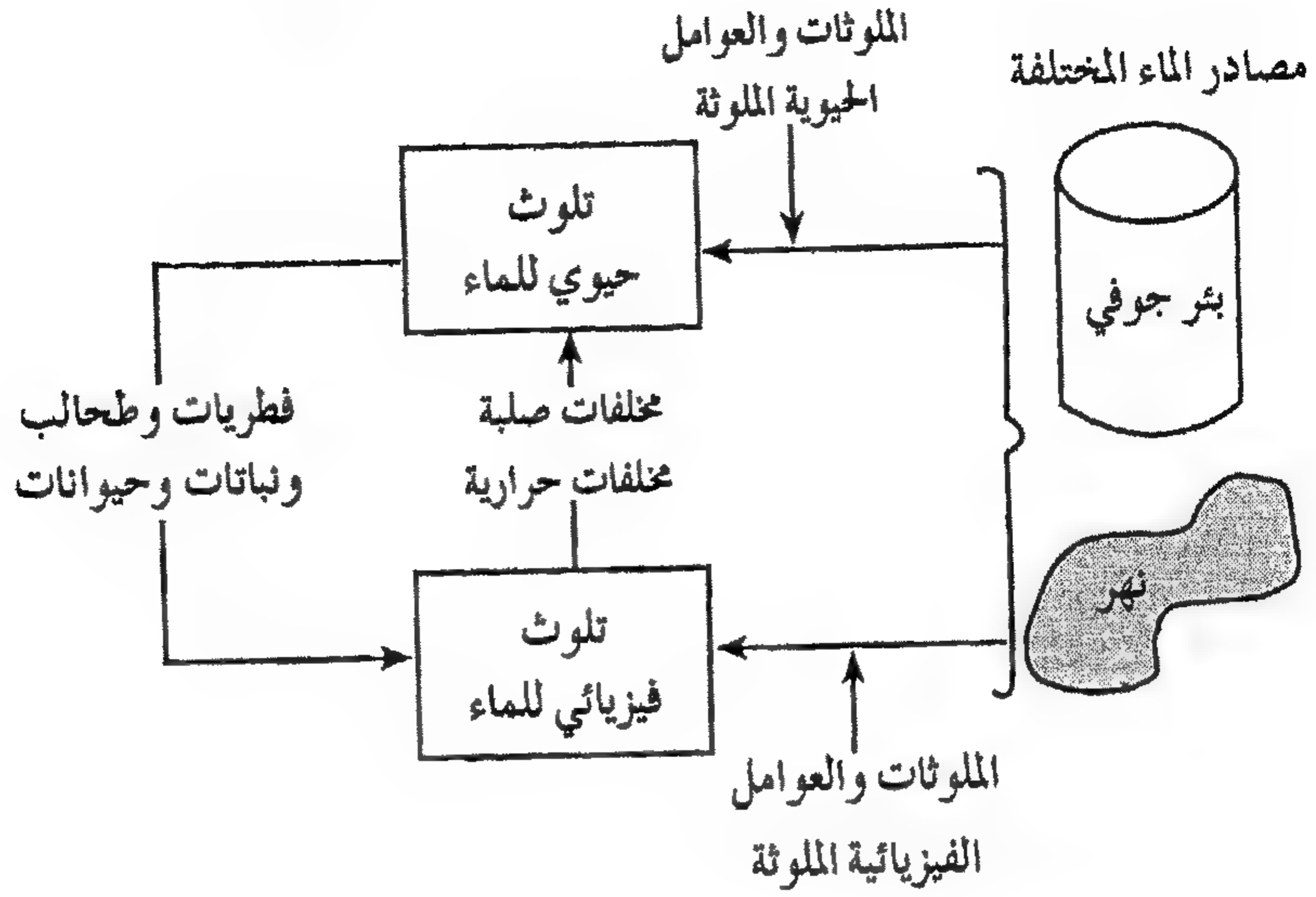
حراراياء، لذا فإن تعرض الأحياء لحرارة عالية سوف يؤدي إلى تغيرات في معدلات التكاثر والتنفس والنمو وقد يؤدي إلى موت هذه الأحياء ويتناسب هذا التأثير مع مقدار الزيادة في درجة الحرارة وفترة التعرض لهذه الحرارة.

- التلوث الفيزيائي للماء بالمخلفات الصلبة مثل المخلفات البلاستيكية غير القابلة للتحلل البيولوجي بشكل خاص (Nonbiodegradable)، والتي لها القدرة على الثبات، قد تلتهمها الأسماك الكبيرة فتختنق وتموت، وبعض شباك الصيد التي تُهمل وتُترك في البحر تتعرض لها الطيور الخواضة فتموت فيها، أو أنها تعيق حركة الأسماك والكائنات البحرية الأخرى فتهلك فيها.
- التلوث الفيزيائي للماء بالمخلفات الصلبة القابلة للتحلل بيولوجيا أو كيميائيا قد تتحلل إلى مركبات كيميائية تؤثر على الاتزان البيولوجي للبيئة المائية عن طريق تأثيرها على معدلات النمو والتكاثر للكائنات المائية.

ويمكن إجمال أهم أشكال التلوث البيولوجي بالأشكال الآتية: - التلوث بالميكروبات والكائنات الممرضة والتلوث بالنباتات والحيوانات المائية وتداخل الأنظمة البيئية.

ومن أهم الأسباب التي تؤدي إلى انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة في المياه الملوثة بمخلفات الصرف الصحي والصناعي هو صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية إلى شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي إلى انتشار الأمراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

التلوث المائي والملوثات المائية



شكل 3 - 5 مخطط مبسط لعلاقة الملوثات الحيوية بالتلوث الفيزيائي

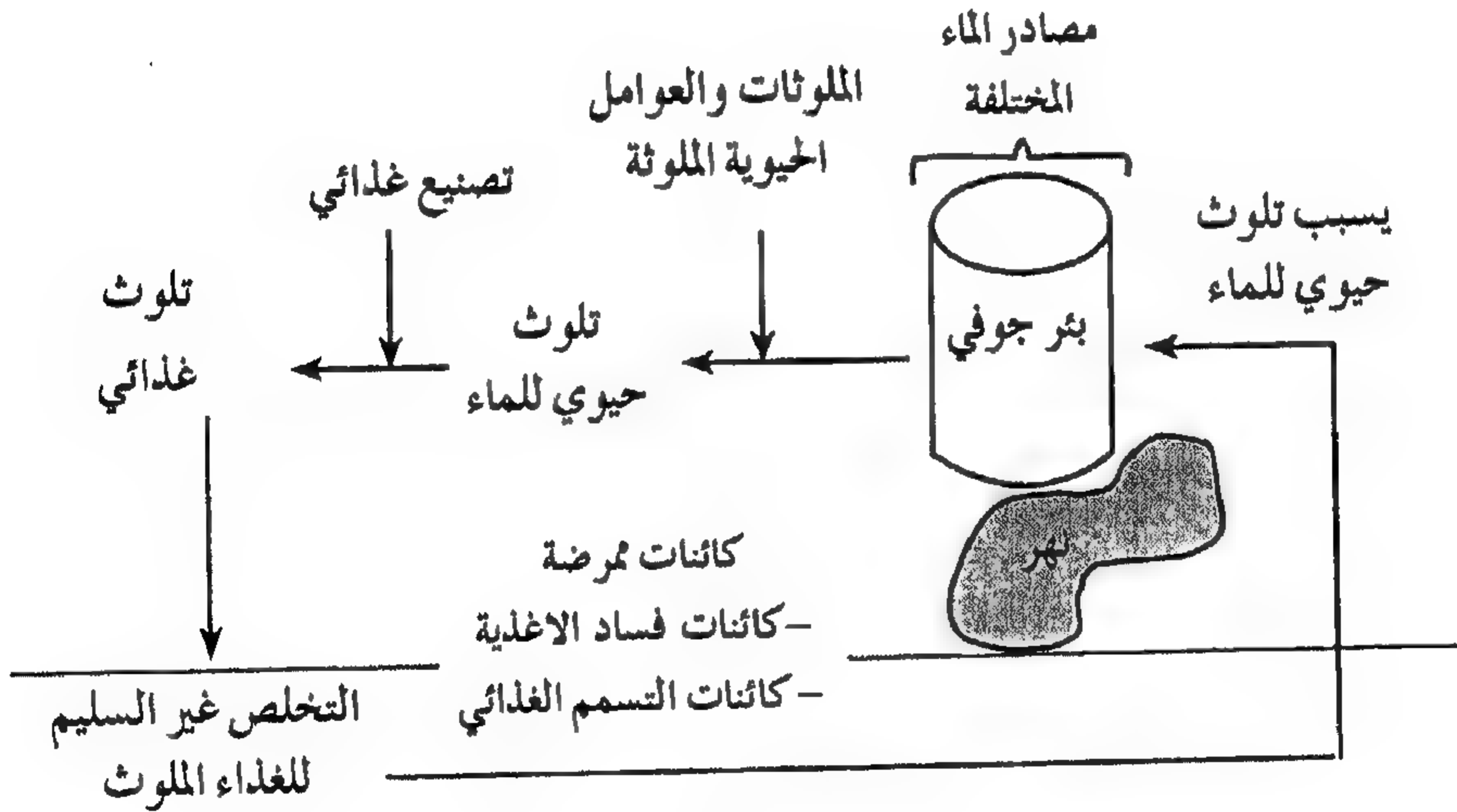
3 - 2 - 3. الملوثات الحيوية وعلاقتها بالتلوث الغذائي

التلوث المائي بالملوثات الحيوية كالتلوث بالكائنات الحية الدقيقة الممرضة يمكن ان تسبب تلوثاً غذائياً للغذاء الذي يتناوله الإنسان عن طريق انتقال الماء الملوث إلى الغذاء او دخول هذا الماء في العمليات التصنيعية الغذائية مثل صناعات المشروبات والعصائر والالبان وبالتالي سوف ينتج طعاماً ملوثاً، وعموماً يسبب هذا النوع من التلوث الغذائي كائنات حية ممرضة منها البكتيريا والطفيليات والفيروسات والفطريات وتصل إلى الإنسان عن طريق مصادر الغذاء (الحيوانية والنباتية) وأيضاً يعتبر الإنسان أحد مصادر هذا النوع من التلوث.

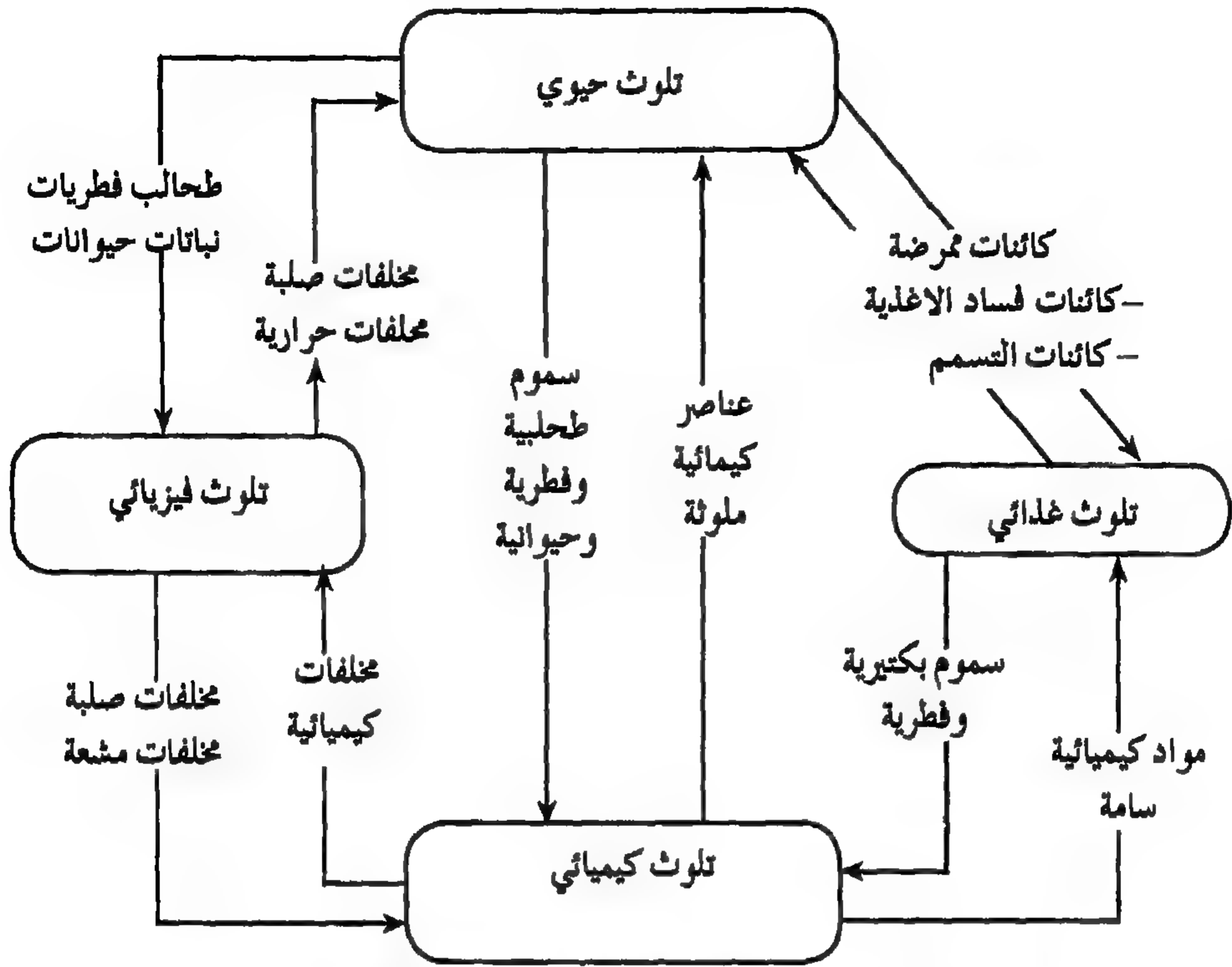
وتنتج هذه الميكروبات سموماً ميكروبية ينجم عنها حدوث حالات التسمم الغذائي ويعتبر الغذاء الملوث بالميكروبات من أهم أسباب إصابة الإنسان بالأمراض. وهناك أنواع من البكتيريا تسبب حدوث تسمم الغذاء منها (ستافيلوكوكس والباسيلس والكوليرا

الفصل الثالث

والبروسيللا والسالمونيلا والكلوستريديوم) وتكمن خطورة بعض هذه الميكروبات في أنها تفرز سموماً مقاومة للحرارة ولا يقضى عليها إلا بالتسخين لمدة طويلة ومن أمثلة هذه السموم تلك التي تفرزها بكتيريا ستافيلوكوكس وهي أكثر السموم الغذائية انتشاراً وترجع أساساً إلى نمو وتكاثر هذا النوع من البكتيريا على الأغذية البروتينية (اللحوم ومنتجاتها، الدواجن، الألبان ومنتجاتها، البيض)، ومن أخطر أنواع البكتيريا التي تسبب التسمم الغذائي (بكتيريا) الكلوستريديوم) حيث تعيش هذه الميكروبات في معلبات لحوم الأبقار والدواجن والأسماك وبعض الخضروات والفواكه، وقد يتلوث الطعام ببعض أنواع الفيروسات مثل فيروس التهاب الكبد، أما عن الفطريات فيعيش بعضها على الألبان والبقول السوداني والحبوب والزبدة وتفرز هذه الميكروبات سموماً خطيرة تسمى السموم الفطرية أو (ميكوتوكسين) ومن أخطرها سموم يطلق عليها (افلاتوكسين) حيث ثبتت علاقته بالتسبب بالسرطان. والشكل التالي يبين مخطط مبسط للعلاقات بين التلوث الحيوي والأنواع المختلفة من التلوث.



شكل 3 - 6. مخطط مبسط لعلاقة الملوثات الحيوية بالتلوث الغذائي



شكل 3 - 7. مخطط مبسط للعلاقات بين الأنواع المختلفة من التلوث وعلاقتها بالتلوث الحيوي

3 - 3. تلوث الماء الجوفي Groundwater pollution

تؤثر المياه الجوفية علي صحة البشر وذلك لاعتماد كثير من البلدان والشعوب علي المياه الجوفية كمصدر هام من مصادر مياه الشرب وكمورد رئيسي لري المزروعات . كما تؤثر أيضاً علي الاقتصاد والمجتمع الصناعي اذ تدخل المياه الجوفية في الصناعة من خلال عمليات التبريد والتخلص من النفايات الصناعية وفي عمليات التنقيب عن البترول والمعادن وإنتاج الطاقة واغراض أخرى متنوعة.

ولسنوات عديدة امن الناس علي المياه الجوفية من التلوث لأنها محمية طبيعيا بواسطة طبقات التربة والصخور التي تعمل كمرشحات تحجز الملوثات من الوصول إلى اعماق المياه الجوفية. لكن الاستخدام السيئ للانسان لموارده الطبيعية وتوسعه العمراني وزيادة النشاط الصناعي والزراعي افضي إلى وصول الملوثات إلى المياه الجوفية ومما يزيد من خطورة الامر انه بمجرد وصول الملوثات إلى المياه الجوفية فان عمليات إزالة التلوث والتنقية تصبح في غاية الصعوبة كما انها مكلفة اقتصادياً.

وقد ظهر التلوث في أكثر بلاد العالم تقدماً ففي الولايات المتحدة التي تعتمد علي المياه الجوفية لتوفير ربع احتياجاتها من المياه كمصدر للشرب ظهر التلوث للمياه الجوفية في السبعينات من القرن الماضي وقد سجل من عام 1971 حتي عام 1985.

وحيث أن المياه الجوفية تمثل مصدراً مهماً من مصادر المياه الصالحة للشرب والرعى، فان الإسراف في استخدامها وتلوثها بالمواد الضارة يشكل تهديداً مستمراً لهذا المصدر المهم للماء العذب. ومن المشكلات التي تهدد المياه الجوفية إنهيار الأراضي وتسرب المياه المالحة إلى الآبار الساحلية.

وتتعرض المياه الجوفية إلى التلوث بسبب مخلفات ونفايات المصانع والأنابيب النفطية والمناجم والمواد المشعة، بالإضافة إلى التلوثات الناتجة من الزراعة بسبب استخدام الأسمدة الصناعية والمبيدات الحشرية وروث الحيوانات.

في كثير من الحالات، تكون الآبار المستخدمة قريبة من سطح الأرض، كما هو الحال في الآبار قليلة الغور، وتزداد فرصة تعرضها للتلوث البيولوجي أو الكيميائي.

أما في حالة الآبار العميقة وهي التي يزيد عمقها عن 40 - 50 قدماً، فتقل فرص التلوث فيها، لأن المياه تمر في هذه الحالة على طبقات مسامية نصف نفاذة، تعمل في كثير من الأحيان على ترشيح الماء وتخليصه من معظم الشوائب. غير أن الشواهد، التي تجمعت في السنوات القليلة الماضية، دلت على أن بعض المبيدات الحشرية والمواد

الكيميائية، وجدت طريقها إلى طبقة المياه الحاملة Aquifers في باطن الأرض. وتعد هذه المعلومات العلمية الحديثة في غاية الخطورة. إذ تشير الدلائل إلى تعرض المخزون الكبير للأرض من الماء العذب، إلى التلوث من مصادر عديدة.

الخزان الجوفي والتلوث

ان المياه الجوفية عادة تكون ذات نوعية جيدة وذلك لخضوعها للترشيح الذي تقوم به طبيعياً طبقات التربة أثناء تغلغل المياه وتفاذها من خلال هذه الطبقات، وقد تكون الآبار المستخدمة قريبة من سطح الأرض، كما هو الحال في الآبار قليلة الغور، وتزداد فرصة تعرضها للتلوث البيولوجي أو الكيميائي.

وتعتمد المسافة التي يقطعها الملوث في الأرض على الآتي:

• نوع وكمية المادة الملوثة.

• طبوغرافية المنطقة.

• هيدرولوجية الخزان الجوفي.

وعلى سبيل المثال تقوم الطبقات الرملية الناعمة بإزالة المواد الصلبة العالقة والبكتيريا من المياه عبر مسافات قصيرة، غير ان الطبقات المكونة من الحصى أو الصخور المكسرة تسمح بمرور نفس الملوثات لتقطع مسافة اطول خلال التربة. ولا تتأثر الملوثات الذائبة بعملية الترشيح داخل التربة مثل تأثيرها بعوامل أخرى مثل قوى الامتزاز. ومما يفاقم من مخاطر الملوثات السرعة البطيئة التي تناسب بها المياه عبر طبقات التربة، ففي المتوسط تناسب المياه الجوفية بسرعة تقدر بحوالي 3 متر في السنة اعتماداً على نفاذية الخزان الجوفي. وعليه فان الخزان الجوفي الملوث قد يستمر على درجة تلوثه مئات السنين وهذا يعني مرور السنين الطوال قبل التخلص من أي تلوث، أو قبل اكتشاف أي تلوث. مما يؤدي إلى انتشاره عبر المجاري والأنهار الجارية في باطن الأرض.

الفصل الثالث

عادة تحتوي كل المياه الجوفية على أملاح ذائبة تتفاوت في مقدارها ونوعها طبقا للبيئة المحلية، ومصدر المياه، ومساحة الخزان الجوفي، ونوع وتكوين الطبقات ومحتواها الكيميائي، ونوع ودرجة ذوبانية المعادن، وزمن التلامس، وسرعة دفع المياه الجوفية. ومن المعروف ان الصخور الرسوبية أكثر ذوبانا من الصخور النارية : وعادة تزداد الملوحة بزيادة العمق داخل الأرض (الا أنه في بعض الحالات كلما زاد العمق قلت الملوحة وذلك عندما تكون الطبقات الحاملة للمياه العذبة على اعماق كبيرة داخل الأرض).

ويقود تلوث المياه الجوفية إلى الحد من استخدام المياه في الأغراض المختلفة بالإضافة إلى الأضرار بحياة الإنسان والحيوان والنبات عن طريق التسبب بالأمراض بالأمراض المختلفة. وأهم أنواع الملوثات التي تجد طريقها للخزان الجوفي الآتية :

أ- المواد العضوية المصنعة

وتضم هذه المواد مجموعات تسمى الهيدروكربونات الكلورة مثل مركبات التراي كلوروايثيلين Tri chloro ethylene، ورباعي كلوريد الكربون Carbon tetrachloride ومعظم هذه المواد سام. وبعضها مسرطن، وربما يؤثر على الصحة العامة ولو بتركيزات قليلة، الذي يفاقم من مخاطر شرب هذه النوعية من المياه. وينصح بعمل معالجة لهذه المياه لإزالة المواد العضوية المصنعة تماما من المياه، ومن أشهر الطرق للمعالجة استخدام وحدات الإزالة بالكربون المنشط والأكسدة بالتهوية.

ب- المعادن الذائبة

تتأتي المعادن الذائبة من ذوبان المعادن الموجودة بالتربة والصخور الحاوية لها، وذلك بعد ملامسة المعادن للمياه بعد مرور فترة زمنية معينة، وتسبب هذه المعادن زيادة في عسر المياه الجوفية (كما في حالة الكالسيوم والمغنيسيوم). ومعظم هذه المعادن قد لا تشكل خطرا على الصحة.

ج - المخلفات السائلة والمخلفات الصلبة الصناعية الخطرة

المخلفات الصناعية هي المخلفات التي تنتج من الأنشطة الصناعية للإنسان ، وهي تعني بشكل واسع جميع المخلفات الناتجة عن الصناعات بمختلف أنواعها والتي أصبح تشكل جزءا كبيرا من المخلفات نتيجة للتوسع في الصناعات الصغيرة والمتوسطة ، ويمكن تقسيم المخلفات الصناعية إلى : -

1. مخلفات صناعية غير خطيرة

وهي المخلفات الصناعية التي لا تشكل خطرا على البيئة أو الإنسان أو الصحة العامة مثل بعض الصناعات الغذائية ومواد التغليف وخلافه.

2. مخلفات صناعية غير خطيرة.

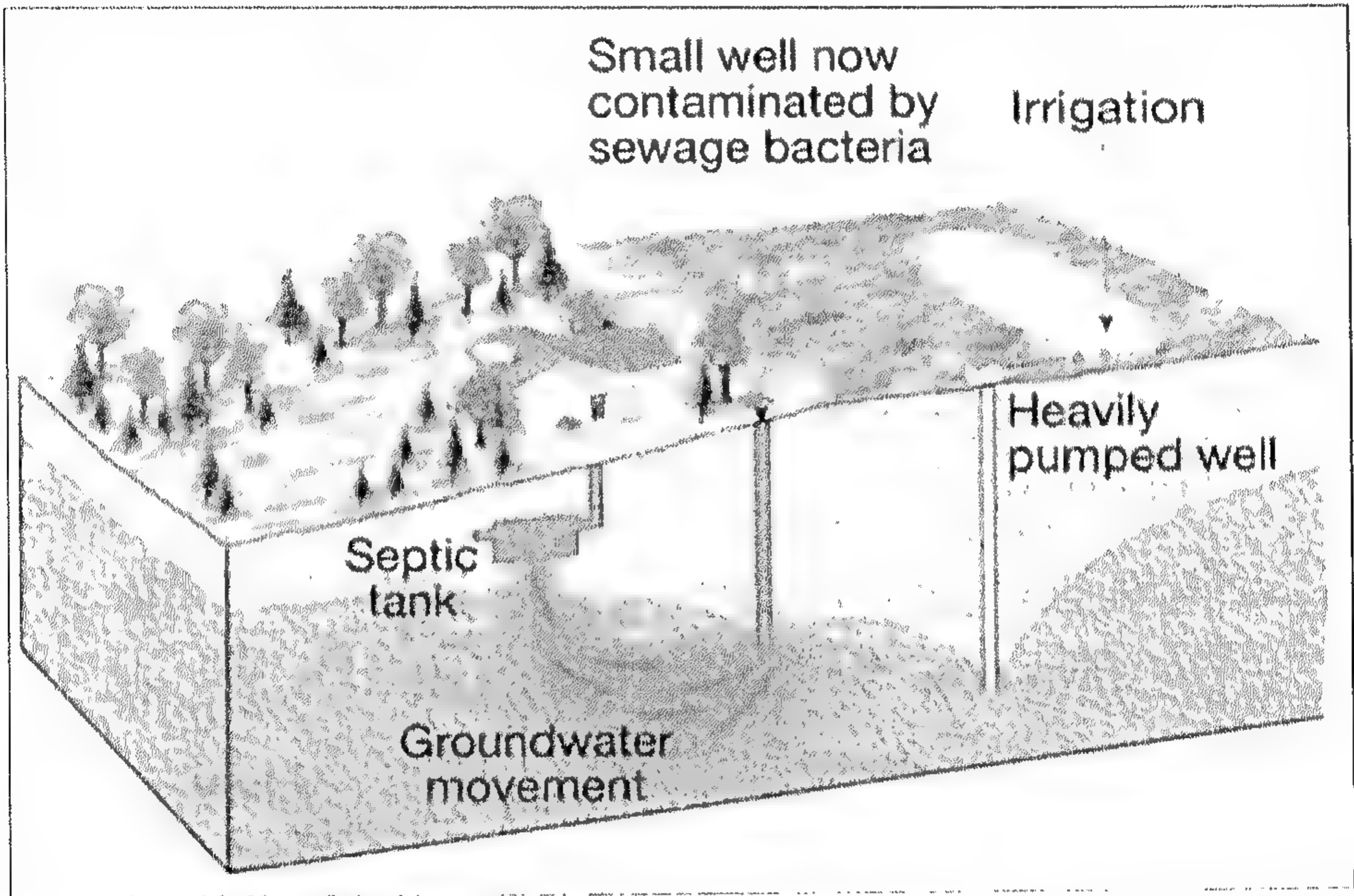
وهي المخلفات الصناعية التي تشكل خطرا على البيئة أو الإنسان أو الصحة العامة مثل المواد الكيميائية والمبيدات والاصباغ والمذيبات. والمخلفات الصناعية الخطرة تحتوي على كثير من المركبات الكيميائية العضوية وغير عضوية الخطرة والسامة والمسرطنة حسب نوعية الصناعة ومخلفاتها. ولهذا فإن المخلفات الصناعية التي يتم صرفها على المسطحات المائية (الأنهار والبحيرات) قد تجد طريقها للمياه الجوفية. وقد وجد في بعض مصادر المياه الجوفية مركبات عضوية مثل ثنائي الفينول متعدد الكلور والبنزين وثلاثي كلورو ايثيلين وبعض المعادن الثقيلة مما يؤكد ان مصدرها المخلفات الصناعية.

د - الفضلات السائلة البشرية

ان طرق التخلص من الفضلات السائلة البشرية في المناطق الريفية والمناطق المنعزلة أو في المناطق التي لا يوجد بها صرف صحي للفضلات قد يؤدي إلى وصول هذه المخلفات للمياه الجوفية. فمثلا يتسرب السائل الناتج عن وحدات التحليل اللاهوائي Septic Tanks إلى المياه الجوفية طبقا لاسلوب التخلص النهائي المتبع.

الفصل الثالث

ومن الدلائل علي تلوث المياه الجوفية اكتشاف العلماء لوجود بعض الفيروسات الممرضة داخل مصادر المياه الجوفية في المناطق القريبة من أحواض التحليل وقد اكتشف ذلك بالفعل في احد آبار المياه الجوفية بالولايات المتحدة الامريكية. وقد تتسبب برك الأكسدة التي انشئت قديما في تسرب مياه الفضلات البشرية إلى الخزان الجوفي (حيث ان هذه البرك ليست معزولة).



شكل 3 - 8 مخطط يبين تلوث المياه الجوفية من أحواض التحليل

هـ - النفايات الصلبة المنزلية

ويقصد بهذه النفايات تلك التي يتم التخلص منها بالدفن بطريقة غير صحيحة وغير صحية. ويتم الدفن عادة في مناطق منخفضة، وعادة يكون منسوب المياه الجوفية عاليا، أو عندما تكون التربة ذات مسامية عالية (مثلما يوجد في طبقات الرمل والحصى) ينساب السائل الناتج من ضغط وعصر النفايات للخزان الجوفي. وهذا السائل يحتوي

التلوث المائي والملوثات المائية

علي تركيز عالي من الأكسجين الحيوي المتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والمواد الصلبة والكلوريدات والنترات والحديد والمنجنيز والمواد العضوية. ومن المصادر المتوقعة لزيادة مياه المدفن : الأمطار ، وتسرب المياه السطحية ، والمياه المتسربة من المناطق المحيطة بمنطقة دفن النفايات ، والمياه الجوفية الملامسة للنفايات عندما يرتفع منسوبها . ومن الملوثات المتواجدة بمدافن المخلفات الصلبة غازات الميثان و ثاني أكسيد الكربون والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وهي غازات ناتجة عن تحلل المواد العضوية الموجودة بوفرة في هذه المخلفات . ويمكن الحد من وصول تلك الملوثات للمياه الجوفية باتباع طرق الدفن الصحية للمخلفات باختيار المواقع المناسبة والتصميم الجيد للمدفن والتخلص الامن من نواتج الدفن .

ومن اشهر المخلفات الصلبة الملوثة للمياه الجوفية هي تراكم القمامة وبقايا الطعام علي سطح الأرض فتتغلغل بدورها مع مياه الأمطار الى جوف الأرض وتلوث المياه الجوفية .

ومن أكثر الأسباب التي تلوث المياه السطحية والجوفية التخلص السطحي من النفايات ويحدث هذا غالباً في البلاد الصناعية ، حيث تدفن هذه البلاد نفاياتها الصناعية ، في برك تخزين سطحية .

فعلى سبيل المثال يتم التخلص من حوالي 390 مليون طن من النفايات الصلبة في الولايات المتحدة الأمريكية عن طريق دفنها في أماكن مخصصة على سطح الأرض . كما يجري التخلص من حوالي 10 آلاف مليون جالون من النفايات السائلة عن طريق وضعها في برك تخزين سطحية . وقد يؤدي عدم إحكام عزل هذه البرك إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقة الجوفية الحاملة للمياه العذبة ، حيث يعد 10 % من هذه النفايات ذات خطورة حقيقية على صحة الإنسان والبيئة بسبب تراكم الملوثات في البيئة ووصولها للإنسان عبر مصادر مياه الشرب أو عن طريق التراكم الحيوي في الكائنات الحية وتصل للإنسان عبر السلسلة الغذائية .

و- مناجم التعدين

تنتج المناجم العديد من الملوثات ويعتمد مقدار التلوث علي نوع المادة المستخرجة من المنجم وطريقة التعدين . وتعتبر مناجم الفحم والفوسفات واليورانيوم والنحاس والزنك والرصاص من اكبر المناجم المولدة للملوثات . فربما يقتضي الحال نزح المياه للخارج عند حفر المناجم . وربما زادت نسب المعادن من المياه المنزوحة المستخرجة (مثل الحديد Fe، والالومنيوم Al، والكبريتات SO_4) مما يجعلها حمضية . واذا وجدت طريقها للمياه الجوفية فالطبع ستؤدي لتلوثها . وعادة ما تقترن مترسبات الفحم بمادة البيرايت FeS_2 والتي تؤدي اكسدتها إلى تكون كبريتات الحديدوز وحمض الكبريتيك . وتلوث المياه الجوفية بهذه المواد يقود إلى انخفاض الاس الهيدروجيني وزيادة درجة حموضة المياه وزيادة تركيز الحديد والكبريتات . وعادة تحتوي المياه السطحية المتدفقة قرب المنجم علي معادن ذائبة وبعض المواد الصلبة والمواد الحامضية وربما احتوت علي مواد مشعة وتقوم بتلويث المياه الجوفية عندما تتسرب داخل المناجم المفتوحة او عبر الدهاليز والمرات .

ز - مناطق استخراج النفط

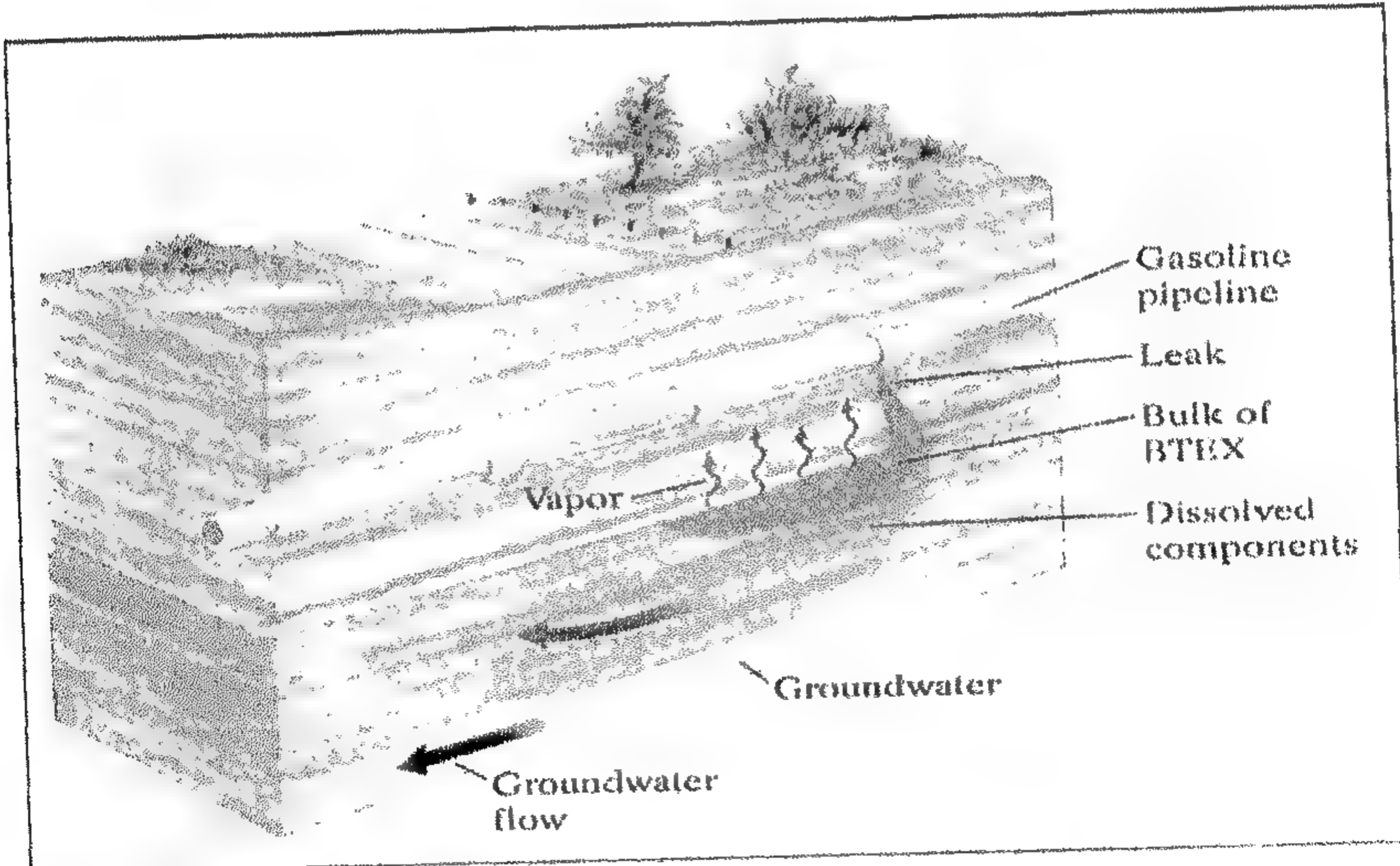
يتبع استخراج النفط كميات كبيرة من المياه في شكل محلول مالح . ويحتوي هذا المحلول علي أملاح الصوديوم والكالسيوم والبورون والكبريتات والكلوريد بالإضافة إلى احتوائها علي نسب عالية من المواد الصلبة الذائبة . ويتم التخلص من هذا المحلول في بعض المناطق في برك التبخير او في المسطحات المائية . وقد قررت كثير من الجهات منع هذه الطريقة لتلويثها المياه السطحية والمياه الجوفية ، ومن انسب الطرق للتخلص من المحلول المالح لاستخراج النفط استخدام الآبار العميقة في مناطق تحتوي جيولوجيتها علي طبقات معزولة من خزانات المياه الجوفية . ويجب مراعاة أساليب التصميم الجيد عند حفر وغلق آبار النفط لتلافي اي تلوث ثانوي . ومن الملوثات المصاحبة لاستخراج

التلوث المائي والملوثات المائية

النفط الجازولين وزيوت المحركات وربما يتطلب الأمر أن يتم سحب المياه الجوفية الملوثة بالزيوت ثم فصل الزيت عنها وإعادة ضخها للخزان الجوفي مرة أخرى وفي هذه الحالة يشكل التكاليف الاقتصادية وحجم التلوث عوامل محددة لاستخدام هذه العملية.

س - التسرب من الخزانات الأرضية

يتم تخزين العديد من المواد والمركبات الكيميائية بصورة عادية في كثير من المنشآت الصناعية والتجارية. وقد تتعرض هذه المخازن والأنابيب الموصلة لها إلى انهيارات منشأتها مما يسهل معه تسرب محتوياتها للمياه الجوفية المحيطة. ومن أكثر أنواع التسرب حدوثاً هو تسرب الزيت والجازولين من الخزانات الحديدية الصدئة مثلاً من محطات خدمة البترول. ونظراً لأن الزيت لا يمتزج فيتسرب إلى داخل التربة متحركاً إلى أسفل عبر طبقة التربة المسامية إلى أن يصل للخزان الجوفي. وينتشر الزيت في الخزان الجوفي مكوناً طبقة فوق منسوب المياه ثم يتحرك عرضياً مع اتجاه دفع المياه الجوفية. ومن أساليب الوقاية من التسرب استعمال الألياف الزجاجية كمادة لخزانات المواد بدلاً من خزانات الحديد.



شكل 3 - 9 مخطط يبين التسرب من الخزانات والأنابيب الأرضية

الفصل الثالث

ص - الحوادث والكوارث البيئية

تؤدي حوادث السيارات والقطارات والخزانات والمستودعات والصهاريج والأنابيب البترولية الطويلة والشاحنات المحملة بمواد نفطية او مواد خطرة او مواد قابلة للاشتعال إلى تلوث المياه الجوفية بالجازولين والزيوت. وتغير هذه المواد من طعم ورائحة المياه حتي عند التركيزات القليلة. كما ان الجازولين يحتوي علي مواد مسرطنة مثل ثنائي بروم الايثيلين والبنزين. ومن الحوادث التي تسبب التلوث أيضاً هدر السوائل من الأنابيب والوصلات غير المحكمة وأثناء الترحيل والنقل والتسرب من الأنابيب والمحابس. . كما تؤثر الفيضانات والسيول الجارفة في حدوث تلوث للمياه الجوفية فمياه الفيضانات والسيول تجرف معها الملوثات العديدة من سطح الأرض وتنقلها بالتغلل والتسرب إلى المياه الجوفية.

ك - الزراعة

حيث يؤدي استعمال الماء بالطرق القديمة، مثل الغمر أو الاستعمال المفرط للمياه، مع سوء استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة، إلى زيادة تركيز الأملاح والمعادن والنترات في المياه الجوفية، بصفة خاصة إذا لم تتوفر أنظمة الصرف الزراعي العلمية.

تعتبر النترات من اهم ملوثات المياه الجوفية الناتجة عن عمليات الري والاستصلاح الزراعي بالأسمدة النتروجينية وذلك لعلاقة النترات بمرض زرقة الاطفال خاصة في التربة الرملية التي تسمح نفاذيتها بتسرب النترات إلى داخل الخزان الجوفي.

وتعتمد درجة التلوث الزراعي علي نوع وكمية الملوثات، وطبوغرافية المنطقة، ونوع وكمية المياه المستخدمة في الزراعة واسلوب الري. وتتكون الأسمدة من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وتقوم حبيبات التربة بامتزاز الفسفور والبوتاسيوم بسهولة، غير ان التربة والنبات يستخدمان مركبات النتروجين جزئياً ومن ثم فان

التلوث المائي والملوثات المائية

المركبات النتروجينية تعد من اكبر الملوثات الناتجة عن استخدام الأسمدة. وتستخدم محسنات التربة مثل الجير والجبس والكبريت للارضي المروية لتغير من خواص التربة الطبيعية والكيميائية. وربما وجدت هذه المواد طريقها للمياه الجوفية. وأيضاً قد تجد المبيدات طريقها للمياه وخاصة لان المبيدات غير قابلة للذوبان في الماء وبعضها يتم امتزازه بواسطة حبيبات التربة وبعضها الاخر يخضع للتحلل الحيوي طبقاً لمكوناتها ومن ثم بقائها في التربة فترة ما مما يزيد من فرص تسرب جزءا منها للمياه الجوفية. وعموماً فان مبيدات الآفات، والمخصبات، ومبيدات الحشرات هي المصادر الزراعية الرئيسية لتلوث المياه الجوفية ومن أمثلة ذلك :

- تسرب المخصبات والمبيدات مباشرة إلى الأرض أثناء التعامل معها ومن ثم فان احتمالية تسربها إلى المياه الجوفية يتزايد.

- التسرب الناجم عن تحميل وغسل معدات رش المبيدات.

- التسرب الناجم عن تخزين الكيماويات الزراعية في مناطق مكشوفة دون حمايتها من الرياح والأمطار.

- مزج ونشر المبيدات والمخصبات مع مياه الري يمكن أن يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية إذا كانت كمية هذه المواد الكيميائية أكبر من حاجة النبات.

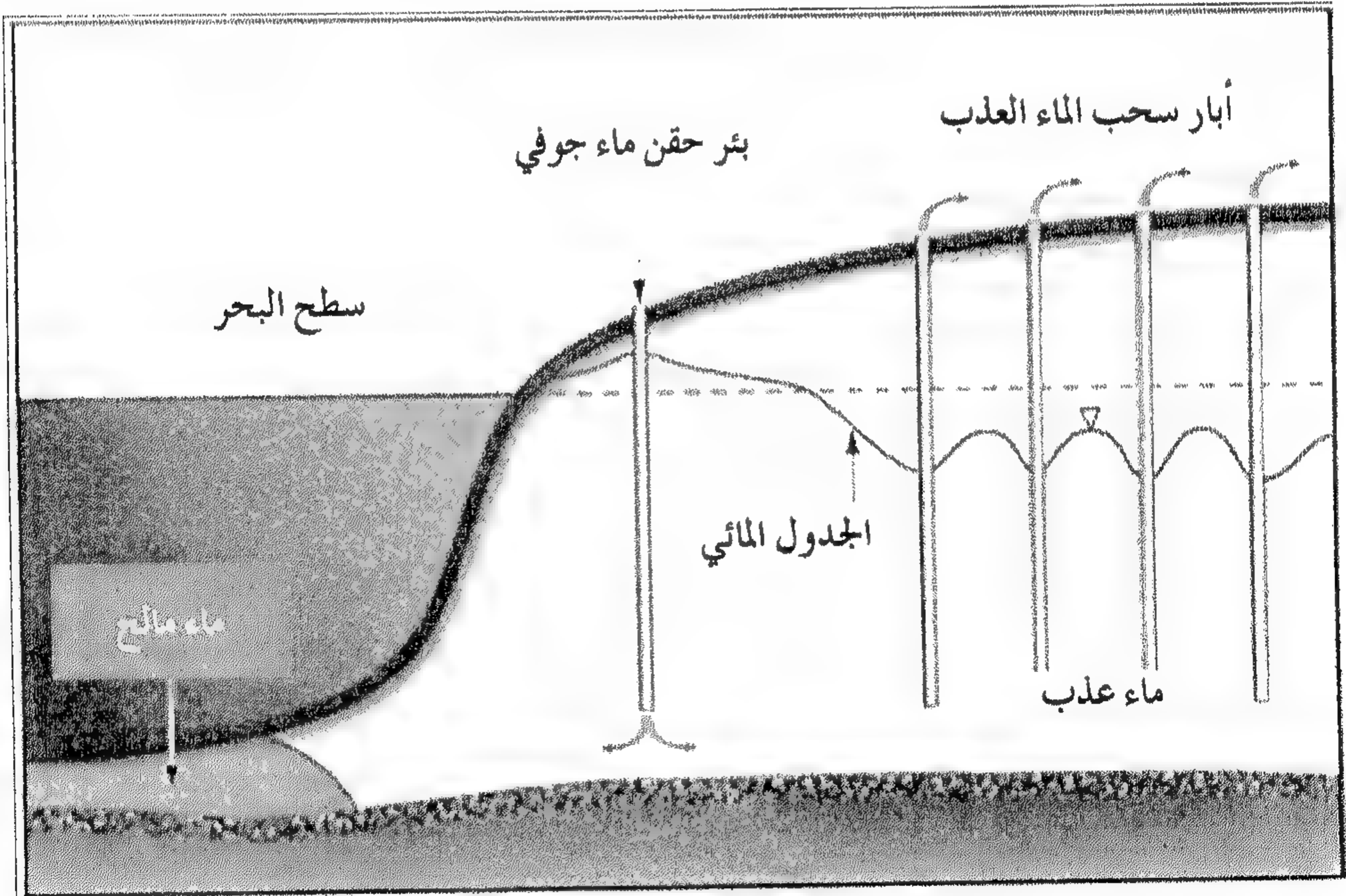
كما يمكن للتعامل غير الرشيد مع الآلات والماكينات الزراعية أن يؤدي إلى تلويث المياه الجوفية بالأصباغ (التي تحتوي على الرصاص والباريوم)، والبنزين وزيوت التشحيم التي تحتوي على مركبات عضوية طيارة، ووقود الديزل (الذي يحتوي على الباريوم)، وسوائل الشطف (التي تحتوي على بقايا المخصبات والمبيدات).

ل - تسرب المياه المالحة

تتجلى المشاكل الناجمة عن تسرب المياه المالحة في المناطق الساحلية، عندما يتم الاستهلاك المفرط للمياه الجوفية بصورة أكبر للإصلاح الزراعي أو للاستخدام في نمو وتزيين المدن، وزيادة السكان وازدهار الصناعة.

الفصل الثالث

وينقص معدل تغذية المياه الجوفية لهذه المناطق بسبب زيادة السحب من المياه الجوفية وزيادة الطرق ورصف الشوارع ، وزحف المناطق العمرانية الشيء الذي يؤدي لهبوط منسوب المياه الجوفية مما يؤدي إلى تسرب المياه المالحة من البحر في اتجاه الطبقات الحاملة واختلاطها بالمياه العذبة. ونتيجة لذلك تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب أو الزراعة. وبما أن المياه العذبة أخف من المياه المالحة فإنها تطفو على طبقة المياه المالحة، ويتغير الاتزان الأصلي عندما يتم ضخ الخزان الجوفي وتداخل المياه المالحة محل المياه العذبة. والشكل التالي يبين تداخل الماء المالح على الماء الجوفي. ويمكن تخفيف حدة ودرجة تسرب المياه المالحة نتيجة تداخل ماء البحر مع مياه الآبار الجوفية العذبة عن طريق شحن المخزون الجوفي بماء عذب أو ماء معالج غير مالح من خلال آبار شحن وحقن الماء.



شكل 3 - 10 يبين تداخل الماء المالح على الماء الجوفي

م - تسرب مياه الصرف الصحي (مياه المجاري)

عند تصميم شبكة خطوط مياه الصرف الصحي يراعى عدم تسرب المياه منها . غير أن التسرب يحدث من خطوط المجاري القديمة أو المعطوبة أو من جراء الكسر والتشقق بفعل الحوادث أو الأحمال الثقيلة أو الانزلاقات الأرضية أو الزلازل أو فقدان دعامة الأساس . وربما أدى التسرب من المجاري إلى رفع نسبة الأكسجين الحيوي الممتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والنترات والمواد العضوية وربما زادت أعداد البكتيريا المرضية في المياه الجوفية . وفي المناطق المكدسة بالصناعات ربما رفع التسرب من شبكات المجاري تركيز العناصر الثقيلة مثل الكاديوم والزنك والرصاص والكروم والكوبالت والحديد والمنجنيز طبقاً لنوع الصناعات السائدة بالمنطقة .



صورة تبين التلوث الجوفي والسطحي بمخلفات الصرف الصحي

الفصل الثالث

ن - الفضلات الحيوانية

تتولد الفضلات الحيوانية من روث الحيوانات الموجودة في مناطق الإنتاج الحيواني لصناعة الألبان واللحوم. وبازدياد أعداد الحيوانات تفقد التربة المحيطة قدرتها علي الامتصاص وتتشبع بسوائل ومواد الروث. ثم تقوم مياه الأمطار بحمل الملوثات وربما أوصلتها للمياه الجوفية ومن هذه الملوثات الاحمال العضوية العالية والمركبات النتروجينية والبكتريا والكائنات والطفيليات الممرضة.

و - استخدام آبار الحقن

وهي آبار تستخدم لحقن النفايات الصناعية والإشعاعية، في الطبقات الجوفية العميقة الحاملة للمياه المالحة. إلا أنه قد ينتج عن ذلك تسرب هذه النفايات إلى الطبقات العليا الحاملة للمياه العذبة عن طريق الأنابيب عبر المحكمة، أو عن طريق سريانها في اتجاه الطبقات الحاملة للمياه العذبة، عن طريق التصدعات في الطبقات غير المنفذة.

ي - التخلص السطحي من المخلفات والنفايات

تلوث المياه الجوفية قد يحدث نتيجة التخلص السطحي من النفايات، ويحدث هذا غالباً في البلاد الصناعية، حيث تدفن هذه البلاد نفاياتها الصناعية في برك تخزين سطحية. وعلى سبيل المثال، فإنه يتم التخلص من حوالي 400 مليون طن من النفايات الصلبة في الولايات المتحدة الأمريكية سنوياً، عن طريق دفنها في أماكن مخصصة على سطح الأرض. كما يجري التخلص من حوالي 10 آلاف مليون جالون من النفايات السائلة عن طريق وضعها في برك تخزين سطحية.

وقد يؤدي عدم إحكام عزل هذه البرك إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقات الحاملة للمياه العذبة، حيث يشكل نحو 10% من هذه النفايات خطورة حقيقية على صحة الإنسان والبيئة.

3 - 4. المصادر الرئيسية لتلوث مياه الشرب

Main Sources of Drinking Water Pollution

الخطر الأول ي من استهلاك الماء الغير معالج هو انتقال الأمراض من خلال الكائنات الممرضة الموجودة بالماء إلى الإنسان ، والكائنات الممرضة الموجودة داخل البيئات المائية يمكن ان تتواجد بصورة طبيعية أو يكون مصدرها مخلفات الإنسان ومخرجات أنشطته المختلفة أو مخلفات حيوانات ذات الدم الحار . وللتأكد من خلو الماء من الكائنات الحية الدقيقة والعوامل الممرضة لابد من معالجة الماء وتنقيته لإزالة هذه الكائنات فخلال مئات السنين اعتاد الناس علي معالجة الماء الذي يشربونه بطرق مختلفة لإزالة جسيمات المواد الصلبة ولتقليل الخطر الصحي للماء الغير معالج ولتحسين المذاق والطعم والرائحة واللون وتحسين مظهر الماء .

ويبين الجدول التالي جدول 7 - 1 المصادر الرئيسية لتلوث مياه الشرب .

جدول 3 - 1

المصادر الرئيسية لتلوث مياه الشرب

مكان التلوث	الأسباب
تلوث الماء الخام	<ul style="list-style-type: none"> - نتيجة التركيب الجيولوجية الطبيعية. - استخدام الأراضي. - التلوث من البيئة المحيطة بمصدر الماء. - الأنشطة الطبيعية والصناعية.
التلوث أثناء المعالجة	<ul style="list-style-type: none"> - نقص في كفاءة وحدات المعالجة. - الكيماويات المضافة لترويق الماء. - الكيماويات المضافة لحماية المستهلك.
التلوث أثناء التخزين	<ul style="list-style-type: none"> - تلوث خزانات ومستودعات تخزين الماء المعالج نتيجة الشروخ والتصدعات ودخول شوائب ومواد غريبة وحشرات وقوارض.

الفصل الثالث

مكان التلوث	الأسباب
التلوث أثناء التوزيع	<ul style="list-style-type: none"> - تلوث من مادة أنبوب التوزيع - التلوث داخل الأنابيب بالكائنات الدقيقة - كسر في خطوط الأنابيب واختلاط الماء بماء الصرف
التلوث داخل المنزل	<ul style="list-style-type: none"> - مادة أنابيب المنزل أو خزانات المنزل - صدأ وتهالك الشبكة الداخلية

المصدر :

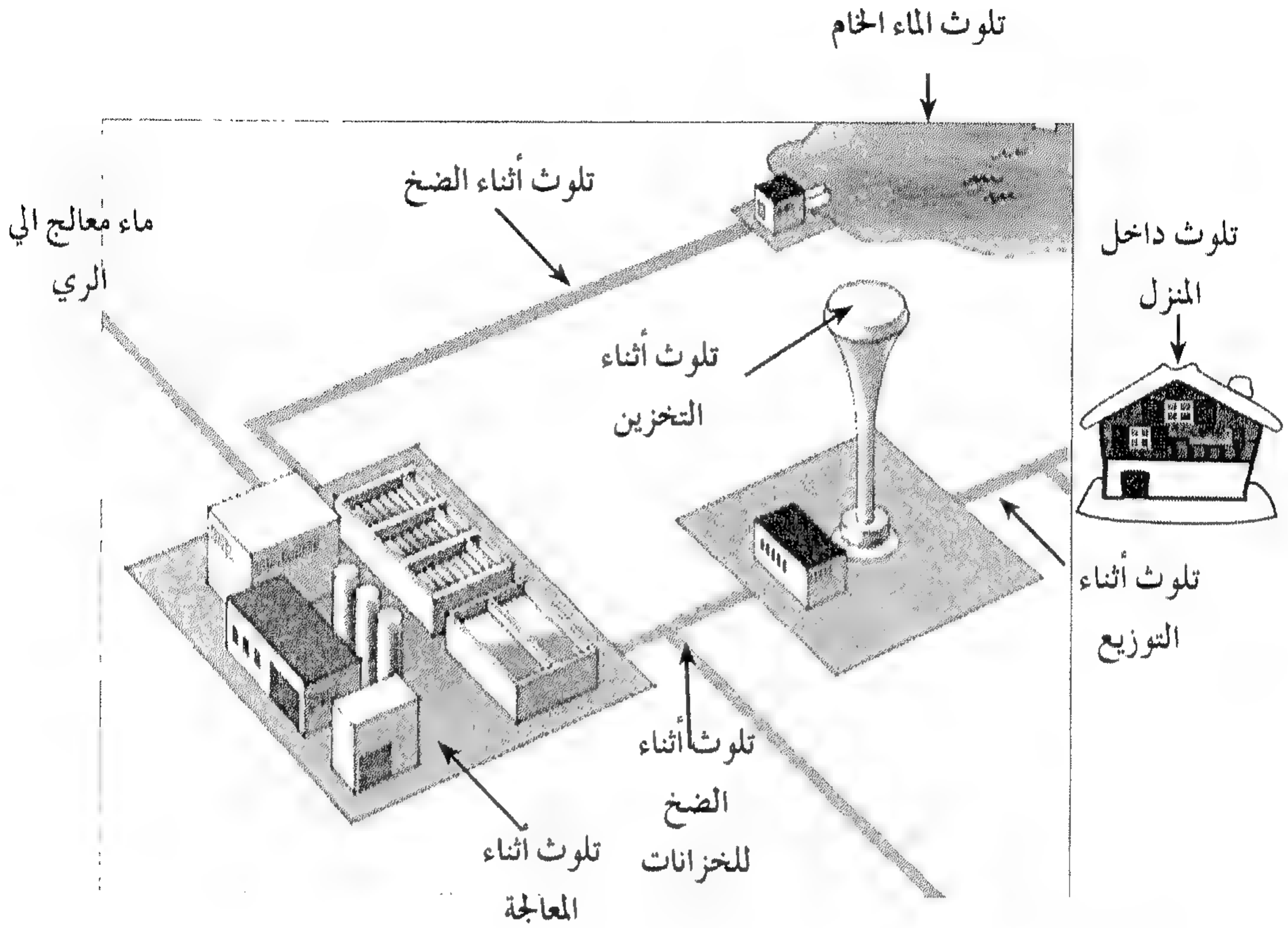
Drinking Water Quality problems and solutions, N. F. Gray University of Dublin, 2008

من الجدول السابق يتبين ان المصادر الرئيسية لتلوث مياه الشرب هي الآتية:

- تلوث مصدر الماء الخام .
- تلوث في أحواض التجميع .
- التلوث أثناء المعالجة والتنقية .
- التلوث أثناء تخزين الماء المعالج .
- التلوث أثناء توزيع الماء في الشبكات .
- التلوث داخل أماكن الاستهلاك .

التلوث المائي والملوثات المائية

التلوث المائي والملوثات المائية



١ - تلوث مصدر الماء الخام

المقصود بالماء الخام هو مصدر إمداد المياه إي مصدر مياه الشرب ، وهو المصدر الذي سوف تجري عليه عمليات التنقية والمعالجة ليصبح صالحا للاستخدام .

العوامل المؤثرة علي جودة الماء الخام .

تتأثر جودة الماء الخام عمومًا لنوعين من العوامل :

- عوامل طبيعية .
- عوامل مردها الاستخدام البشري .

الفصل الثالث

1) العوامل الطبيعية

تتمثل أهم العوامل الطبيعية التي تؤثر علي نوعية وجودة المياه الخام في الآتي:

- الحياة البرية.
- المناخ.
- النباتات.
- الجيولوجيا.
- الطبوغرافيا.

2) العوامل البشرية

تتمثل أهم العوامل البشرية التي تؤثر علي نوعية وجودة المياه الخام في الآتي:

- طبيعة استخدامات الأراضي.
- طبيعة وكثافة النشاط الزراعي.
- طبيعة وكثافة النشاط الصناعي.
- كيفية التخلص من الفضلات السائلة والصلبة.
- سلوكيات السكان تجاه البيئة.

وتعد المصادر الآتية هي المصادر الرئيسية لتلوث الماء الخام.

- التلوث نتيجة التركيب الجيولوجية الطبيعية.
- التلوث نتيجة استخدام الأراضي الغير سليم.
- التلوث من البيئة المحيطة بمصدر الماء.
- التلوث نتيجة الأنشطة الطبيعية والصناعية.

ب - التلوث في أحواض التجميع

أحواض التجميع هي أحواض تستخدم لتجميع وتخزين الماء بها تمهيدا لمعالجته ضمانا لثبات تدفق الماء الداخل إلى وحدات المعالجة والتنقية، وتعد مصادر تلوث الماء الخام هي نفسها مصادر تلوث الماء في أحواض التجميع يضاف إليها خطر التلوث بالطحالب والسموم والترسبات نتيجة لتخزين المياه غير المعالجة مدة أطول من اللازم.

ج - التلوث أثناء المعالجة والتنقية

المقصود بالتلوث أثناء المعالجة والتنقية هو تلوث الماء منذ بدء دخوله محطة التنقية والمعالجة حتى نقطة خروجه منها أي التلوث أثناء عمليات المعالجة والتنقية، فعمليات المعالجة تتضمن مرور الماء على وحدات فيزيائية وكيميائية لإزالة كثير من الشوائب والملوثات منه وأثناء تلك العمليات قد يحدث تلوث وتغير في خصائص الماء. ويعزي تلوث الماء أثناء المعالجة غالبا إلى الأسباب الآتية:

- نقص في كفاءة وحدات المعالجة نظرا لعيوب التصميم غير الجيد .
- حدوث مشاكل تشغيلية مثل انسداد المرشحات الرملية أو السماكة غير الكافية لمادة المرشح.
- خلل في إمدادات الطاقة لمحطة المعالجة مما يؤدي إلى المعالجة المتقطعة وتوقف وانعدام التطهير.
- استخدام كيماويات معالجة غير سليمة غير متوافق عليها أو استخدام كيماويات معالجة ملوثة .
- زيادة في جرعات الكيماويات المضافة لترويق الماء
- زيادة في جرعات الكيماويات المضافة لحماية المستهلك .
- نقص في جرعات الكيماويات المستخدمة في التطهير مما يؤدي إلى فشل المعالجة وتراكم الملوثات والمرضات داخل الماء.

الفصل الثالث

- تولد نواتج جانبية ضارة كالنواتج الثانوية للتطهير بالكلور.
 - حدوث فيضانات مدمرة مما يؤدي لتلوث الماء داخل محطات المعالجة وتدمير وحدات المعالجة والتنقية.
 - حدوث حرائق وانفجارات مما يؤدي لتلوث الماء داخل محطات المعالجة وتدمير وحدات المعالجة والتنقية.
- الأخطار المؤثرة على أداء عملية معالجة مياه الشرب
- من الأمثلة على الأخطار والحوادث المنطوية على خطر، التي يمكن أن تؤثر على أداء عملية معالجة مياه الشرب، ما يلي:

- حدوث تغيرات في الدفق بما يتجاوز حدود التصميم.
- عدم ملاءمة أو عدم كفاية عمليات المعالجة، بما فيها التطهير.
- عدم كفاية الدعم (البنية الأساسية، الموارد البشرية).
- قصور مراقبة العمليات وسوء أدائها وظيفتها أو ضعف موثوقية المعدات.
- استخدام كيماويات ومواد غير معتمدة أو ملوثة في معالجة المياه.
- حدوث أخطاء في تحديد الجرعات الكيميائية.
- عدم كفاية المزج.
- قصور نظم الإنذار ومعدات الرصد.
- قصور القوة المحركة.
- التلوث العرضي أو العمد.
- الكوارث الطبيعية.
- تكون النواتج الثانوية للتطهير.
- التوصيلات المتقاطعة للمياه الملوثة/ مياه النفايات، وقصور القوة الداخلي.

د - التلوث أثناء تخزين الماء المعالج

قد يحدث تلوث للماء المعالج أثناء تخزينه في مستودعات التخزين كالخزانات الأرضية والعلوية التي تصنع غالبا من الخرسانة أو البلاستيك أو الفيرجلاس أو الحديد.

وغالبا يحدث تلوث للخزانات العامة والمنزلية نتيجة لأحد الأسباب التالية :

- المياه التي تغذي الخزان ملوثة سواء كانت من الشبكة العامة أو عن طريق الوايتات.
- وجود شقوق وشروخ بجدران الخزان أدت إلى رشح مياه أو مياه الصرف الصحي (البيارات) إلى داخل الخزان.
- عدم وجود غطاء للخزان أو وجود غطاء مع عدم إحكام الغلق أو وجود فتحات بالمنطقة المحيطة بالغطاء مما نتج عنه دخول حشرات أو قوارض أو قاذورات أو مياه ملوثة إلى داخل الخزان.
- تدمير الخزانات بالتخريب المتعمد أو نتيجة الإهمال أو نتيجة لحدوث فيضانات أو زلازل.

هـ - التلوث أثناء توزيع الماء في الشبكات

يتم توزيع الماء النقي الصالح للاستخدام على المستهلكين من خلال شبكات توزيع ، وقد يحدث تلوث للماء أثناء توزيعه في الشبكات . ويتمثل التلوث أثناء توزيع الماء على المستهلكين على النقاط الآتية:

- o تلوث من مادة أنبوب التوزيع.
- o التلوث داخل الأنابيب بالكائنات الدقيقة.
- o استخدام أنابيب غير مطابقة للمواصفات القياسية مما يؤدي لتلفها سريعا ودخول الملوثات إليها من التربة المحيطة .

الفصل الثالث

- o انفجار الأنبوب الرئيسي ودخول الملوثات إلى شبكة التوزيع.
- o كسر في خطوط الأنابيب واختلاط الماء بماء الصرف.
- o عندما تدخل إليها المياه الملوثة الموجودة في مادة الطبقة تحت السطحية وخصوصًا بالقرب من البالوعات المحيطة بشبكة التوزيع بسبب انخفاض ضغط المواسير الداخلي أو بتأثير «موجة ضغط» في الشبكة (تسرب/ دخول).
- o عندما تسحب المياه الملوثة إلى داخل شبكة التوزيع أو صهاريج الخزن عن طريق دفع خلفي ناتج عن انخفاض في ضغط المواسير وارتباط مادي بين المياه الملوثة ونظام التخزين أو التوزيع.
- o عن طريق خزانات وقنوات خزن الماء المعالج، المفتوحة أو غير الآمنة، المعرضة للجريان السطحي من الأراضي ولاجتذاب الحيوانات والطيور المائية بوصفها مصادر للتلوث البرازي، والتي قد لا تكون آمنة من العبث والتخريب.
- o من خلال تفجر المواسير عند تصلح أو استبدال الوصلات الرئيسية الموجودة أو عند تركيب الوصلات الرئيسية، والذي يمكن أن يؤدي إلى دخول أتربة أو أنقاض ملوثة في الشبكة.
- o حدوث خلل في صمامات الفتح/ الإغلاق مما يؤثر على التدفق العكسي، أو المتغير الذي يحرك الرواسب ويسبب دخول المياه الراكدة.
- o استخدام مواد تطهير غير الموافق عليها مما يؤدي إلى نقص كفاءة التطهير وتلوث شبكات التوزيع بالميكروبات ونمو الكائنات الدقيقة داخلها.
- o عن طريق حدوث خطأ بشري يؤدي إلى وصل مواسير مياه النفايات أو مياه السيول بشبكة التوزيع أو من خلال وصلات غير قانونية أو غير مأذون بها.

التلوث المائي والملوثات المائية

o عن طريق تسرب المواد الكيميائية أو المعادن الثقيلة من مواد مثل المواسير، واللحامات/ مركبات الحشو، والصنابير والمواد الكيميائية المستخدمة في تنظيف وتطهير شبكات التوزيع.

o عندما ينتشر البترول أو الزيت داخل المواسير البلاستيكية.

فإذا كانت المياه الملوثة تحتوي على عوامل ممرضة أو مواد كيميائية خطيرة، فمن المرجح أن يتعرض لها المستهلكون في كل حالة.

وحتى حيثما تستخدم مخلفات المواد المطهرة للحد من وجود الميكروبات، فإنها قد لا تكون كافية للتغلب على التلوث أو قد لا تكون فعالة في التصدي لبعض أو جميع أنواع العوامل الممرضة التي دخلت. ونتيجة لذلك يمكن أن تحدث العوامل الممرضة بتركيزات قد تؤدي إلى الإصابة والمرض.

و - التلوث داخل أماكن الاستهلاك

يتمثل التلوث داخل أماكن الاستهلاك كالمنازل والفنادق والمتاجر والمدارس والمستشفيات في تلوث الشبكة الداخلية لهذه الأماكن عن طريق وصول الملوثات إليها من خارجها أو من ماء الشرب الملوث نفسه، فالمواسير الحديدية المتهاكلة والصدئة والصنابير التالفة تعد مكانا خصبا لنمو البكتريا والفطريات داخلها وتزيد من فرص دخول الملوثات إليها عبر الشقوق. كما إن استخدام أنابيب الرصاص في الشبكات الداخلية يؤدي إلى تلوث الماء بمادة الرصاص. كما تعد الفلاتر المنزلية الغير جيدة والغير متحكم بها جيدا من حيث إجراءات تنظيف وتغيير وحدات حجز الترشيح (الشمعات) مصدرا من مصادر تلوث الماء النهائي.

الفصل الرابع

جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربولوجية

4. مقدمة

- 4 - 1. دلائل جودة مياه الشرب.
- 4 - 2. المواصفات العالمية لمياه الشرب.
- 4 - 3. الجوانب الميكروبية لسلامة وصحة مياه الشرب.
- 4 - 4. الجوانب الكيميائية لسلامة وصحة مياه الشرب.
- 4 - 5. الجوانب الإشعاعية لسلامة وصحة مياه الشرب.
- 4 - 6. جوانب مقبولة واستساغة مياه الشرب.
- 4 - 7. جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية.
- 4 - 8. جودة الماء الكيميائية.

الفصل الرابع

جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربولوجية

4. مقدمة Introduction

يعد الحصول على مياه الشرب المأمونة الصحية ضرورة لا غنى عنها للصحة وحقًا أساسيًا من حقوق الإنسان ومكونًا من مكونات أي سياسة ناجحة لحماية الصحة. وتشكل الأمراض المرتبطة بتلوث مياه الشرب عبئًا ضخمًا على صحة البشر. والتدخلات الرامية إلى تحسين نوعية مياه الشرب تعود بمنافع صحية هامة. فمياه الشرب المأمونة، كما جاءت أوصافها في دلائل الجودة بمنظمة الصحة العالمية، لا تنطوي على أي مخاطر ذات بال على الصحة بسبب استهلاكها مدى الحياة، مع مراعاة ما قد تنطوي عليه مراحل الحياة من حساسيات مختلفة. وأولئك الذين يتعرضون لأكبر مخاطر المرض المنقول بالماء هم الولدان وصغار الأطفال والأفراد الذين يصيب الوهن أجسامهم أو أولئك الذين يعيشون في ظل ظروف غير صحية، والمسنون. ومياه الشرب المأمونة صالحة لجميع الأغراض المنزلية والمعتادة، بما فيها النظافة الشخصية والاستحمام. وتنطبق دلائل جودة مياه الشرب على المياه التي تقدم في عبوات وعلى الثلج المعد للاستهلاك البشري. بيد أن الأمر قد يتطلب مياهًا أجود لبعض الأغراض الخاصة، مثل غسيل الكلى وتنظيف العدسات اللاصقة، أو بعض الأغراض الخاصة في إنتاج الأغذية والاستخدامات الصيدلانية. وقد يحتاج من يعانون نقصًا حادًا في المناعة إلى اتخاذ تدابير إضافية، مثل غلي مياه الشرب بسبب حساسيتهم لكائنات ليس من شأنها أن تثير مخاوف في الظروف الطبيعية، حيث يتعرضون لها من خلال مياه الشرب. وقد لا تكون دلائل جودة مياه الشرب ملائمة لحماية الأحياء المائية أو لبعض الصناعات المرتبطة بنوعيات معينة من المياه.

والقصد من دلائل الجودة هذه هو وضع وتنفيذ استراتيجيات لإدارة المخاطر تكفل مأمونية وسلامة إمدادات مياه الشرب عن طريق التحكم في مكونات الماء المنطوية على مخاطر

4 - 1 . دلائل جودة مياه الشرب

Indicators of Drinking Water Quality

والقصد من دلائل الجودة هذه هو وضع وتنفيذ استراتيجيات لإدارة المخاطر تكفل مأمونية إمدادات مياه الشرب عن طريق التحكم في مكونات الماء المنطوية على مخاطر .

ويمكن أن تشمل هذه الاستراتيجيات معايير وطنية أو إقليمية تعد انطلاقاً من الأساس العلمي الذي توفره دلائل جودة مياه الشرب . فهي تبين الحد الأدنى المعقول من متطلبات الممارسة المأمونة لحماية صحة المستهلكين و / أو لتحديد «قيم عددية يسترشد بها» بالنسبة لمكونات الماء أو مؤشرات لجودة المياه . ويفضل لرسم حدود ملزمة ، النظر إلى دلائل الجودة في سياق الظروف البيئية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية المحلية أو الوطنية .

وتنطبق دلائل جودة مياه الشرب على نظم مياه الشرب المنقولة بالأنابيب في المدن الكبيرة والمجتمعات الصغيرة وعلى نظم مياه الشرب غير المنقولة بالأنابيب في المجتمعات المحلية و البيوت المنفردة . وهي تنطبق أيضاً على طائفة من الظروف الخاصة ، تشمل المباني الضخمة والمسافرين ووسائل النقل المختلفة .

وتعزى الغالبية الكبرى من المشاكل الصحية الجلية المرتبطة بالمياه إلى تلوث ميكروبي (بالبكتيريا أو الفيروسات أو الأوليات أو الكائنات الأخرى) ومع ذلك فإن عدداً لا يستهان به من المشكلات الصحية الوخيمة ، قد يحدث نتيجة تلوث المياه بالمواد الكيميائية .

4 - 2. المواصفات العالمية لمياه الشرب

Drinking Water Standards

تحدد مواصفات مياه الشرب عموماً الحد الأقصى المسموح به للمواد الضارة من أملاح ومعادن ثقيلة ومركبات كيميائية ومواد سامة في ماء الشرب طبقاً لمواصفات الهيئات العالمية (ملجرام / لتر)

جدول 4-1

المواصفات العالمية لمياه الشرب

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
اللون TCU	15	20	15	15	-
المواد الصلبة الذائبة	1000	-	500	500	-
المواد الصلبة المعلقة	-	-	-	-	-
العكارة NTU	5	4	5	1 - 5	-
الأس الهيدروجيني PH	8.5 - 6.5	8.5 - 6.5	8.5 - 6.5	8.5 - 6.5	-
الأكسجين المذاب	-	-	-	-	4
عسر الماء	500	-	-	-	-
نيتروجين لشادري (امونيا)	-	-	-	-	2
الأمونيوم	-	0.5	-	-	2
نترات معين بالنيتروجين	10	-	10	10	-
النترات	-	50	-	-	10
نترت معين بالنيتروجين	-	-	1	-	1
النترت	-	0.1	-	-	1
الفوسفور P	-	5	-	-	-

الفصل الرابع

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
الصوديوم Na	200	175 – 150	–	–	–
الكوريد CI	250	25	250	250	250
كبريتات SO ₄	400	25	500	250	500
كبريتيد S	–	–	0.05	–	–
فلوريد F	1.5	⁵ (0.7) – 1.5	1.5	2	1.5
برون B	–	1	5	–	–
سيانيد CN	0.1	–	0.2	–	0.1
الومنيوم AI	0.2	0.2	–	–	–
ارسنك AS	0.05	0.05	0.05	0.05	–
باريوم Ba	–	0.1	1	1	–
كاديوم Cd	0.005	0.005	0.005	0.01	0.001
كروميوم Cr	0.05	0.005	0.05	0.05	–
كوبلت Co	–	–	–	–	0.1
نحاس Cu	1	1(0.1)	1	1	1
حديد Fe	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
رصاص Pb	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
منجنيز Mn	0.1	0.05	0.05	0.05	–
زئبق Hg	0.001	0.001	0.001	0.002	0.0005
نيكل Ni	–	0.05	–	–	–
سلينيوم Se	0.01	0.01	0.01	0.01	–
زنك Zn	5	(3) – 0.1	5	5	1
Oil & Petroleum Products	–	0.01	–	–	0.3
Total Pesticides	–	0.5	0.1	–	–

جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكروبيولوجية

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
Individual Pesticides	-	0.1	-	-	-
Aldrin & Dieldrin	0.03	-	0.7	-	-
DDT	1	-	30	-	-
Lindane	3	-	4	0.4	-
Methoxychlor	30	-	100	100	-
Benzene	10	-	-	5	-
Hexachlorobenzene	0.01	-	-	-	-
Pentachlorophenol	10	-	-	-	-
Phenols	-	0.5	2	-	1
Detergents	-	0.2	-	-	0.5

المصدر : www.almyah.com

4 - 3. الجوانب الميكروبية لصحة مياه الشرب

Microbial Aspects of Drinking Water Health

يرتكز الحفاظ على سلامة إمدادات مياه الشرب من الميكروبات على فرض حواجز متعددة، من مستجمعات الأمطار وصولاً إلى المستهلك، للحيلولة دون تلوث مياه الشرب أو خفض التلوث إلى مستويات لا تلحق الأذى بالصحة. ويمكن زيادة المأمونية والسلامة إذا أقيمت حواجز متعددة، بما في ذلك حماية موارد المياه، والاختيار والتنفيذ الملائمان لسلسلة من تدابير المعالجة وإدارة شبكات التوزيع (عن طريق الأنابيب أو غيرها) للإبقاء على جودة المياه المعالجة وحمايتها.

الفصل الرابع

والاستراتيجية المفضلة هي أسلوب إدارة يركز في المقام الأول على الحيلولة دون دخول مسببات المرض إلى مصادر المياه أو الحد منه، مع خفض الاعتماد على عمليات المعالجة للقضاء على مسببات المرض. فإن العواقب الصحية المحتملة الناجمة عن التلوث الميكروبي من الفداحة بـمكان بحيث يجب أن تكون مكافحته على قدر كبير من الأهمية ولا يجب التهاون فيها. فمكافحة التلوث الميكروبي عن طريق منعه من الوصول لمصدر الماء يكون أكثر نجاحاً ويقلل من التكلفة الكبيرة اللازمة لمعالجة وتنقية الماء الملوث ميكروبياً كما يقول المثل الشهير الوقاية خير من العلاج.

وبشكل عام ترتبط أشد المخاطر الميكروبية، بشرب مياه ملوثة ببراز بشري أو حيواني (وخاصة ذرق الطيور). إذ يمكن أن يكون البراز مصدراً لبكتريا وفيروسات وأوليات طفيلية وديدان مسببة للأمراض.

فمسببات الأمراض التي يكون البراز مصدرها هي الجوانب الرئيسية التي تؤخذ في الحسبان في تحديد الأهداف المرتبطة بالصحة من أجل ضمان المأمونية الميكروبية. ونوعية المياه الميكروبية غالباً ما تتغير بسرعة وبنسب كبيرة. ويمكن للذروات القصيرة الأجل أن تعمل على تركيز مسببات الأمراض، وأن تزيد من خطورة المرض بدرجة هائلة ويمكن أن تطلق العنان لتفشي المرض المحمول بالمياه. وعلاوة على ذلك فإن الكثير من الناس قد يتعرضون للتلوث بالميكروبات قبل إمكانية اكتشافه. ولا يمكن لهذه الأسباب، الركون فقط إلى اختبار الناتج النهائي، حتى ولو تم إجراء التحليل مراراً وتكراراً لضمان سلامة مياه الشرب من الميكروبات.

وينبغي إيلاء اهتمام خاص لوضع إطار لمأمونية وسلامة المياه وتنفيذ خطط شاملة لها من أجل ضمان مأمونيتها بصورة مطردة والعمل بذلك على حماية الصحة العمومية ويتطلب تدبير مأمونية مياه الشرب من الميكروبات ما يلي:

- 1 - تقييم على نطاق الشبكة كلها لتحديد المخاطر المحتملة التي يمكن أن تؤثر على الشبكة.

- 2 - تحديد تدابير المراقبة اللازمة للحد من المخاطر أو لاستبعادها.
- 3 - رصد التشغيل لضمان عمل الحواجز داخل الشبكة بكفاءة.
- 4 - وضع خطط للإدارة لبيان التدابير التي تتخذ في الظروف العادية أو عند وقوع حادث ما.

وهذه هي المكونات الأربعة لخطة مأمونية المياه.

وقد يعترض القصور عن ضمان مأمونية مياه الشرب المجتمع لتفشي الأمراض المعوية والأمراض المعدية الأخرى. ويجب بصفة خاصة تجنب فاشيات الأمراض المحمولة بالماء نظرًا لقدرتها على إصابة عدد كبير من الأشخاص وربما نسبة عالية من المجتمع في آن واحد.

وإضافة إلى مسببات الأمراض المحمولة بالبراز، يمكن أن يكون لمخاطر ميكروبية أخرى مثل دودة غينيا [التينينة المدينية]، والبكتيريا السيانوية السامة والليجيونيلا تأثير مهم على الصحة العمومية في ظروف معينة.

ويمكن أن تنتقل المراحل الخمجية لكثير من الديدان، مثل الديدان المسودة والديدان المسطحة الطفيلية إلى الإنسان عن طريق مياه الشرب. ونظرًا لأنه يمكن ليرقة بالغة واحدة أو لبويضة مخصبة أن تسبب العدوى، ينبغي أن تكون المياه خالية منها. ومع ذلك فإن الطريق المائي غير مهم نسبيًا لعدوى الديدان، إلا في حالة دودة غينيا.

وتوجد بكتيريا الفيلقية في كل مكان في البيئة. ويمكن لها أن تتكاثر في درجات الحرارة المرتفعة التي تتعرض لها أحيانًا شبكات توزيع مياه الشرب المنقولة في الأنابيب، وبشكل أكثر شيوعًا في شبكات توزيع المياه الساخنة والدافئة. ويحدث التعرض للفيلقية من مياه الشرب عن طريق الاستنشاق ويمكن مكافحته من خلال تنفيذ التدابير الأساسية لضمان جودة المياه في المباني والاحتفاظ بمتبقيات من مواد التطهير في كل شبكة التوزيع بالأنابيب.

الفصل الرابع

وترتبط مشكلات الصحة العمومية المتعلقة بالبكتيريا السيانونية بقدرة هذه البكتيريا على إنتاج مجموعة متنوعة من السموم 'تعرف' بالسموم السيانونية». والبكتيريا السيانونية، خلافاً للبكتيريا المسببة للمرض، لا تتكاثر داخل جسم الإنسان بعد امتصاصها؛ فهي تتكاثر فقط في الوسط المائي قبل دخولها الجسم. وبينما تحتوي الببتيدات السامة (مثل الكريات الحمراء) عادة داخل الخلايا ويمكن من ثم التخلص منها إلى حد بعيد بالترشيح، نجد أن بعض المواد السامة مثل توكسينات الأعصاب تطلق أيضاً في الماء وقد تخترق شبكات الترشيح. وتنمو بعض الكائنات الحية الدقيقة كطبقات أحيائية على السطوح الملامسة للماء.

ولا تسبب معظم هذه الكائنات فيما عدا البعض منها كالبكتيريا المرض للأشخاص الأصحاء، ولكنها يمكن أن تسبب بعض الإزعاجات كإعطاء طعم وروائح لإمدادات مياه الشرب أو تغيير لونها. وكثيراً ما يشار إلى نموها عقب معالجة مياه الشرب بعودة النمو البكتيري. «وهو ينعكس عادة، في تزايد إعداد الصفائح غير ذاتية التغذية في عينات الماء. ويحدث ارتفاع إعداد الصفائح غير ذاتية التغذية بوجه خاص في الأجزاء الراكدة من شبكات التوزيع بالأنابيب وفي التجهيزات الإصحاحية وفي بعض المياه المعبأة في زجاجات وفي الأجهزة الملحقة بالمواسير من مزيلات عسر الماء ومرشحات الكربون وماكينات البيع».

ولئن كان الماء مصدراً مهماً جداً للكائنات الحية المعدية، فإن الكثير من الأمراض التي يمكن أن تنتقل بالماء يمكن أيضاً أن تنتقل بطرق أخرى، منها التلامس بين الأفراد وقطيرات الماء ورذاذ الإيروسول وابتلاع الطعام. وبحسب الظروف وفي غياب مسببات الأمراض المحمولة بالماء، يمكن أن تكون هذه الطرق أهم تأثيراً من النقل بطريق الماء.

4 - 3 - 1. التطهير كأحد طرق مكافحة التلوث الحيوي للماء

والتطهير عبارة عن حاجز فعال ضد كثير من مسببات المرض وخاصة البكتيريا أثناء معالجة مياه الشرب، وينبغي اللجوء إليه لمعالجة المياه السطحية والمياه الجوفية المعرضة للتلوث البرازي. وتستخدم متبقيات مواد التطهير كتدبير وقائي جزئي ضد التلوث المنخفض المستوى والتكاثر البكتيري داخل شبكات التوزيع.

ومن شأن التطهير الكيميائي لإمدادات مياه الشرب الملوثة بالبراز أن يحد من الخطر الإجمالي المحتمل لحدوث المرض ولكنه قد لا يؤدي بالضرورة إلى جعل مياه الشرب مأمونة. فلتطهير مياه الشرب بالكلور مثلاً حدود في مواجهة العوامل المرضية مثل حويصلات الأوليات الطفيلية أو البكتيريا المنتجة للابواغ وبعض الفيروسات.

كما قد تكون فعالية التطهير غير مرضية في مواجهة العوامل المرضية التي تكون داخل ندف أو جسيمات تحميها من تأثير المادة المطهرة فالمستويات العالية من العكارة يمكن أن تحمي الكائنات الحية الدقيقة من تأثيرات التطهير، وأن تحفز نمو البكتيريا وتؤدي إلى زيادة الطلب على الكلور. وتتضمن أي استراتيجيات لإدارة ناجعة متكاملة إقامة حواجز متعددة، بما في ذلك حماية منابع المياه وعمليات المعالجة الملائمة، وكذلك الحماية أثناء التخزين والتوزيع باستخدام التطهير لمنع أو إزالة التلوث الميكروبي.

وعادة ما يؤدي استخدام المطهرات الكيميائية في معالجة المياه إلى تكون نواتج كيميائية ثانوية. بيد أن المخاطر الصحية من هذه النواتج الثانوية ضئيلة للغاية مقارنة بالمخاطر المرتبطة بقلة التطهير، ومن المهم عدم التهاون في الاضطلاع بأنشطة التطهير في محاولة لكبح مثل هذه النواتج والتحكم فيها والتقليل من أثارها.

4 - 3 - 2. جودة المياه من الناحية الميكروبية

Water Quality Microbial Aspects

فيما يتعلق بجودة المياه من الناحية الميكروبية، يرجح أن يشمل التحقق إجراء اختبار للميكروبات وهو يتضمن في معظم الحالات تحليل الكائنات الحية الدقيقة المشيرة (الدليلة) إلى حدوث تلوث بالبراز، ولكنه قد يتضمن أيضاً في بعض الظروف تقدير كثافات عوامل مرضية معينة. وقد يضطلع بالتحقق من جودة مياه الشرب من الناحية

الفصل الرابع

الميكروبية، الجهة الموردة للماء وتشمل أساليب التحقق اختبار مياه المنبع والمياه في المرحلة التي تعقب المعالجة مباشرة والمياه في شبكات التوزيع أو مياه الخزانات المنزلية. ويشمل التحقق من جودة مياه الشرب من الناحية الميكروبية اختبار وجود الإشريكية القولونية كمؤشر على التلوث بالبراز.

فهذه الإشريكية القولونية توفر دليلاً قاطعاً على تلوث حديث بالبراز ولا ينبغي أن توجد في مياه الشرب. وعملياً، يمكن أن يكون اختبار وجود البكتيريا القولونية التي تحتمل الحرارة بديلاً مقبولاً في كثير من الظروف. وإذا كانت الإشريكية القولونية مؤشراً مفيداً، فإن لها حدودها. فالفيروسات المعوية والأوليات أشد مقاومة للتطهير؛ وبالتالي فإن عدم وجود الإشريكية القولونية لن يدل بالضرورة على عدم وجود هذه الكائنات الحية. وقد يكون من المستحسن، في ظروف معينة شمول الفحص اختبار وجود الكائنات الحية الدقيقة الأكثر مقاومة، مثل ملتهيمات البكتيريا (البكتيريوفاج) و/أو الأبواغ البكتيرية. ككائنات دليلاً مؤشرة على تلوث الماء بالمواد البرازية.

ويمكن أن تتغير نوعية المياه بسرعة، كما أن جميع الشبكات معرضة لقصور في ظروف معينة. فسقوط الأمطار، على سبيل المثال، يمكن أن يزيد بدرجة كبيرة مستويات التلوث الميكروبي في مياه المنابع، وكثيراً ما تنفشي الأمراض المحمولة بالماء عقب هطول الأمطار. ويجب تفسير نتائج الاختبار التحليلي بأخذ ذلك في الحسبان.

جدول 4-2

تصنيف نظم مياه الشرب على أساس الالتزام بأهداف الأداء والأمنية

النسبة المئوية للعينات السلبية لاختبار الإشريكية القولونية			
حجم السكان			جودة إمدادات المياه
أقل من 5000	من 5000 إلى 100000	أكبر من 100000	
90	95	99	ممتازة
80	90	95	جيدة
70	85	90	متوسطة
60	80	85	ضعيفة

4 - 3 - 3 المعايير الميكروبيولوجية لجودة الماء

Water Quality Microbiological Aspects

تتعلق المعايير الميكروبيولوجية لجودة الماء بكافة العوامل الميكروبيولوجية التي تؤثر على جودة الماء والتي تشمل عاملين هامين وهما :

- العوامل ذات الأهمية Agents of significance .
- الكائنات الدالة على جودة الماء Microbial indicators of water quality .

أولاً: العوامل ذات الأهمية Agents of significance

تشكل العوامل البيولوجية أهميتها من كونها ذات تأثير هام على جودة الماء الصحية وهي تنقسم الي:

- 1) العدوي بالأمراض المتعلقة بالماء Waterborne infections .
- 2) الكائنات الممرضة المنقولة بالفم عن طريق الماء - Orally transmitted infections of high priority .
- 3) الكائنات الممرضة الانتهازية والمرضات الأخرى المتعلقة بالماء - Opportunistic and other water - associated pathogens .
- 4) سموم البكتريا السيانوية Toxins from Cyanobacteria .
- 5) الكائنات المزعجة Nuisance organisms .
- 6) مدي نمو واستمرار تواجد العوامل الممرضة Persistence and Growth in water .

1 - العدوي بالأمراض المتعلقة بالماء Waterborne infections

- تحدث العدوي بالأمراض المعدية عن طريق البكتريا والفيروسات والطفيليات والأوليات (البرتوزوا) التي تنتشر من خلال الماء ويطلق علي هذه الأمراض الأمراض المتعلقة بالماء .

الفصل الرابع

- وتنتقل الأمراض المعدية من خلال افرازات الإنسان والحيوان خاصة الافرازات البرازية .
- لو تواجد حالات نشطة او حوامل للمرض فان التلوث البرازي للماء يحدث من خلال تواجد الكائنات الممرضة داخل الماء .
- عمليات استخدام الماء مثل الشرب أو إعداد الطعام أو التلامس بالماء كما في حالات الاستحمام أو الغسيل أو حتي استنشاق لبخار الماء أو رذاذه يمكن أن يسبب العدوي .

2 - الكائنات الممرضة المنتقلة بالفم عن طريق الماء

Orally transmitted infections of high priority

وهي الكائنات التي تصل للإنسان عن طريق الفم نتيجة لشرب ماء شرب ملوث وهي تشمل أنواع عديدة من البكتريا والفيروسات والأوليات والديدان .

3 - الكائنات الممرضة الانتهازية والممرضات الأخرى المتعلقة بالماء

Opportunistic and other water – associated pathogens

وهي كائنات ممرضة فقط في ظروف معينة كنقص المناعة أو ضعفها لدى أفراد معينة كالأطفال أو كبار السن .

الطريق الأساسي لهذه الكائنات للعدوي هو التلامس والاستنشاق أكثر منه الابتلاع .

فمثلا الأشخاص كبار السن أو المصابون بالحروق أو المصابون بمرض الإيدز فان الماء الذي تستخدمه هذه الفئات في الاستحمام أو الشرب يحتوي علي كثير من الكائنات الممرضة الانتهازية التي يمكن أن تنتج عدوي مختلفة للجلد والغشاء المخاطي للعين أو الأذن أو الأنف أو الحلق ، ومن اشهر هذه الكائنات *Pseudomonas aeruginosa* and species of *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Ser-*

ratia, Aeromonas, and certain "slow - growing "mycobacteria

• هناك ممرضات أخرى تتعلق بالماء فمثلا في حالة استنشاق الماء فقد يصاب الإنسان بمرض Legionnaires' disease والذي تسببه احدي الاميبات (من الكائنات الأولية).

• ومن اشهر الأمراض المتعلقة بالماء الأمراض التالية:

- البلهاريسيا bilharziasis (Schistosomiasis) (والمسببة له دودة البلهاريسيا).
- البلانتيديازيس Balantidiasis (والمسبب له طفيل البلانتيديوم).
- الانكلستوما (والمسببة له دودة الانكلستوما).
- الفاشيولا (والمسببة له دودة الفاشيولا).
- التينيا (الدودة الشريطية) والمسببة له دودة التينيا.
- الاسكارس والمسببة له دودة الاسكارس.

4 - سموم البكتريا السيانوية Toxins from Cyanobacteria

هي تجمعات من البكتريا السيانوية والتي تعرف بالطحالب الخضراء المزرقة blue - green algae تتواجد في البحيرات العذبة ومستودعات وخزانات الماء الذي يستخدم كمصدر لماء الشرب. هذه الكائنات تنتج العديد من السموم التي يمكن تصنيفها إلى الآتي:

- سموم كبدية hepatotoxins، والتي تنتج من أنواع الطحالب الآتية Mi-crocystis, Oscillatoria, Anabaena, and Nodularia. وهذه السموم قد تؤدي إلى الموت في خلال 24 ساعة اذا وصلت للدورة الدموية للانسان حيث تسبب نزيف بالكبد وانخفاض حاد بالدورة الدموية.

الفصل الرابع

- سموم عصبية neurotoxins والتي تنتج من أنواع الطحالب الآتية - Ana-baena, Oscillatoria, Nostoc, Cylindrospermum, and Aph-anizomenon، وهي تؤثر علي الجهاز العصبي.
- سموم داخلية (عديدات السكريات الدهنية) وهي ربما تكون مسئولة عن بعض الاعراض مثل اضطرابات القناة الهضمية والنزلات المعوية

5 - الكائنات المزعجة Nuisance organisms

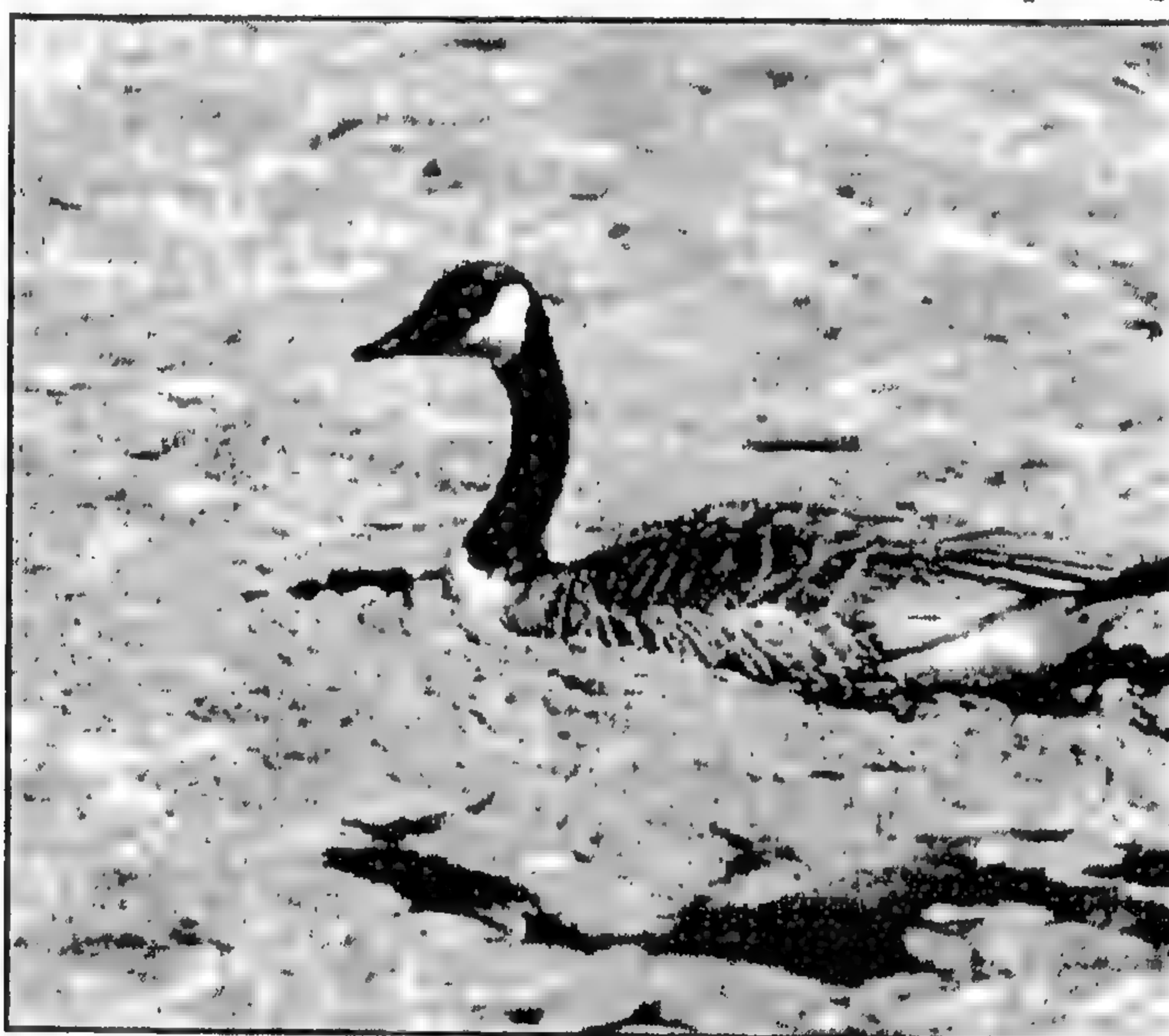
هناك عدد من الكائنات الضارة التي ليس لها أهمية صحية ولكنها غير مرغوب بوجودها لكونها تسبب عكارة وطعم ورائحة للماء بالإضافة إلى إنها تغير من الصورة الجمالية للماء، وهي تدل علي ان معالجة المياه ونظام الصيانة وإصلاح نظام معالجة الماء به خلل ومن امثلة تلك الكائنات الآتي :

- التجمعات الموسمية للطحالب الخضراء المزرقّة وبعض الطحالب الأخرى في مستودعات المياه وفي الأنهار، مما يعوق عمليات الترويب والترشيح مسببة عكارة ولون للماء بعد ترشيحه.
- في الماء المحتوي علي أملاح الحديد والمنجنيز فان أكسدة الحديد والمنجنيز بواسطة بكتريا الحديد تسبب ترسبات لونية من الصدأ علي الأنابيب والمواسير وجدران الخزانات، وخروج بعض هذ الصدا مع الماء.
- التآكل الميكروبي لمواسير الحديد والصلب ببكتريا الحديد والكبريت.
- إنتاج بعض الروائح الغير مرغوب فيها لوجود بعض الكائنات الدقيقة وافرازاتها مثل الطحالب الخضراء المزرقّة والاكيتنوميستات.
- وجود مستعمرات من الكائنات الدقيقة علي الاجزاء غير العضوية في المواسير والوصلات وتجهيزات والمواد المغلفة وهذه الكائنات الدقيقة تستهلك المواد العضوية المتسربة.

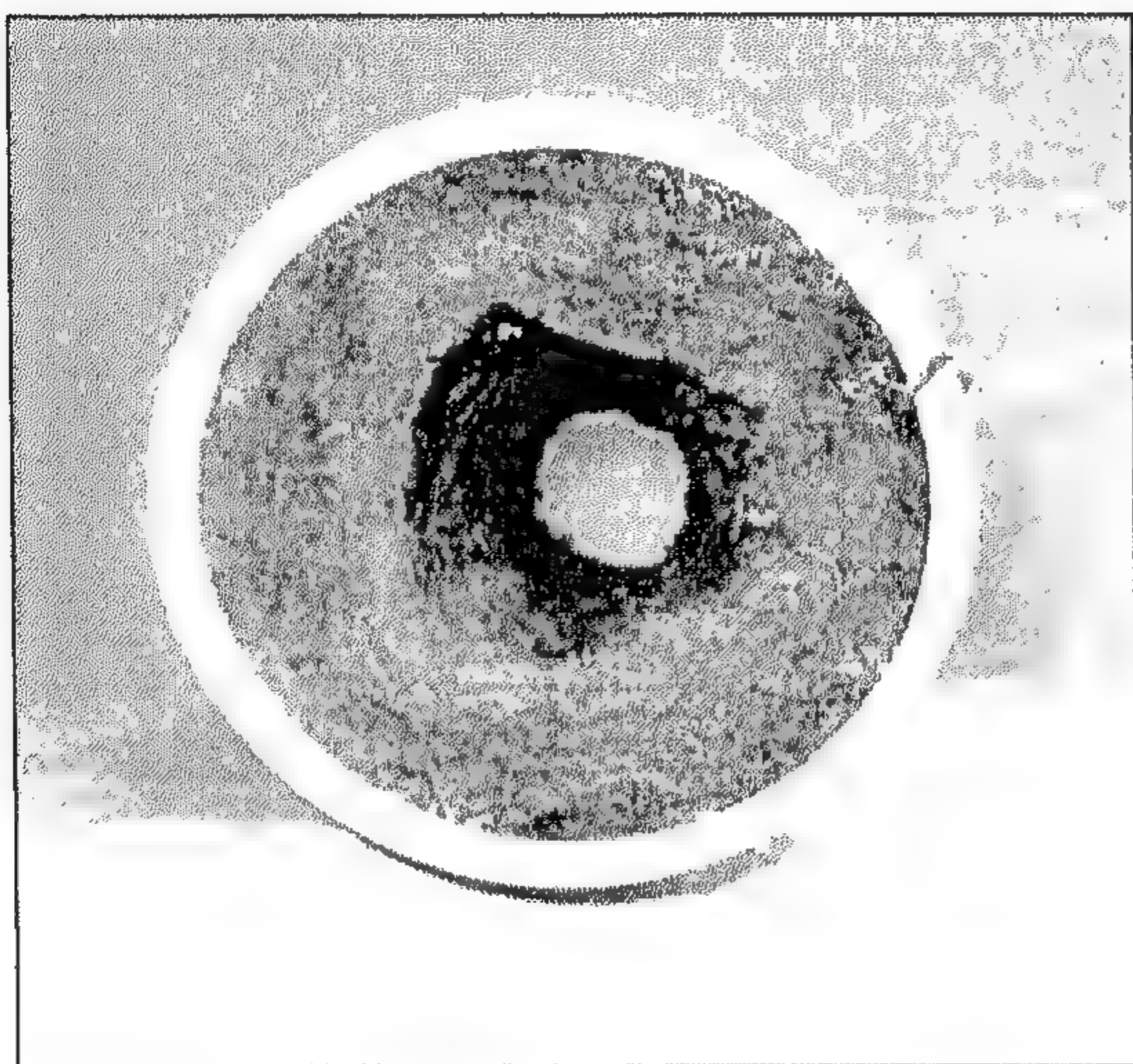
جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربولوجية

• النمو الميكروبي في أنظمة توزيع المياه والتي يشجع نموها وجود بعض المواد العضوية في الماء، او تنطلق نتيجة لوجود الكلور والأوزون ومن أمثلة تلك الكائنات *Aeromonas spp* والتي تعطي نتيجة خاطئة ايجابية لاختبار الكلوفورم.

• غزو من قبل الكائنات الحيوانية داخل أنظمة المياه وهذه الكائنات الحيوانية تتغذي علي النموات الميكروبية في الماء او علي النموات اللزجة، ومن امثلة تلك الحيوانات القشريات والرخويات والقواقع واليرقات والديدان. وقد تشكل هذه الكائنات الحيوانية ازعاجا عندما تتسرب وتهرب من المرشحات وتصل للمياه المرشحة مثلما يحدث لبعض اليرقات داخل المرشحات الرملية البطيئة في المناخ الدافئ.



التجمعات الموسمية للطحالب الخضراء المزرقة



تراكم بكتريا الحديد علي احد مواسير الماء

6 - مدى نمو واستمرار تواجد العوامل المرضية Persistence and Growth in water عند مغادرة الكائنات المرضية والطفيليات لجسم العائل فان كثير منها يفقد تدريجيا حيويته وقابليته للعدوي وتبدأ الكائنات في الاضمحلال والموت، ومعدل الموت والاضمحلال يكون اسيا، ويصبح الكائن المرض بعد فترة معينة غير قابل للاكتشاف undetectable (الكشف عنه وتحديد وجوده وتركيزه).

الكائنات المرضية التي ليس لها قدرة علي المثابرة والتواجد حية في البيئة فترة طويلة لابد لها من إيجاد عائل جديد وبسرعة وذلك عن طريق الانتقال من شخص لآخر بالتلامس أو عن طريق الغذاء أو الماء. ولان التلوث البرازي للمياه السطحية ينتشر بسرعة، فان الكائنات المرضية والطفيليات المسببة للأمراض المتعلقة بالماء تكون من الأنواع التي لها قدرة عالية علي البقاء حية ومقاومة عالية للاضمحلال والموت وقدرة عالية علي العدوي خارج جسم العائل.

ثانياً، الكائنات الدالة علي جودة الماء Microbial Indicators of Water Quality
أدخلت واستخدمت كائنات دقيقة أخرى ككاشفات لجودة الماء الميكروبيولوجية وأدلة لحدوث التلوث البرازي للماء، وللحكم علي كفاءة معالجة مياه الشرب ومياه الصرف وأيضا كشف تدهور وتلوث مياه الشرب في أنظمة التوزيع.
والكائنات الحية الدقيقة المثالية التي تستخدم ككاشفات للتلوث لابد أن تتوفر فيها بعض الخصائص المميزة لها مثل :

- لابد أن يكون الكائن من كائنات الأمعاء الموجودة طبيعيا في أمعاء حيوانات الدم الحار.
- لابد أن يتواجد حيث تتواجد الكائنات الممرضة (مصحابا لها) ولا يتواجد في المياه النقية الغير ملوثة.
- لابد أن يكون موجودا بإعداد كبيرة تفوق إعداد الكائن الممرض.
- لابد أن لا تتضاعف إعداده داخل البيئة.
- أن يكون علي الأقل مساويا لمقاومة الكائن الممرض للعوامل البيئية وللتنظيف داخل محطات مياه الشرب والصرف.
- لابد أن يكون كشفه معمليا بطرق سهلة وبسيطة وسريعة وغير مكلفة.
- الكائن الكاشف لابد أن يكون غير ممرض أو يسبب عدوي مرضية.

أهم الكائنات الدالة علي جودة الماء (الكاشفات الميكروبية) هي:

- البكتريا القولونية الكلية Total Coliform
- القولونيات البرازية (الغائطية) Fecal Coliform
- العقديات الغائطية : (Enterococci) (Fecal Streptococci)
- البكتريا اللاهوائية Anaerobic bacteria
- المؤشرات الفيروسية Bacterial Phages

الفصل الرابع

- الابواغ (الجراثيم) البكتيرية Bacterial Spores.
- مجموعة HPC (Heterotrophic plate count).

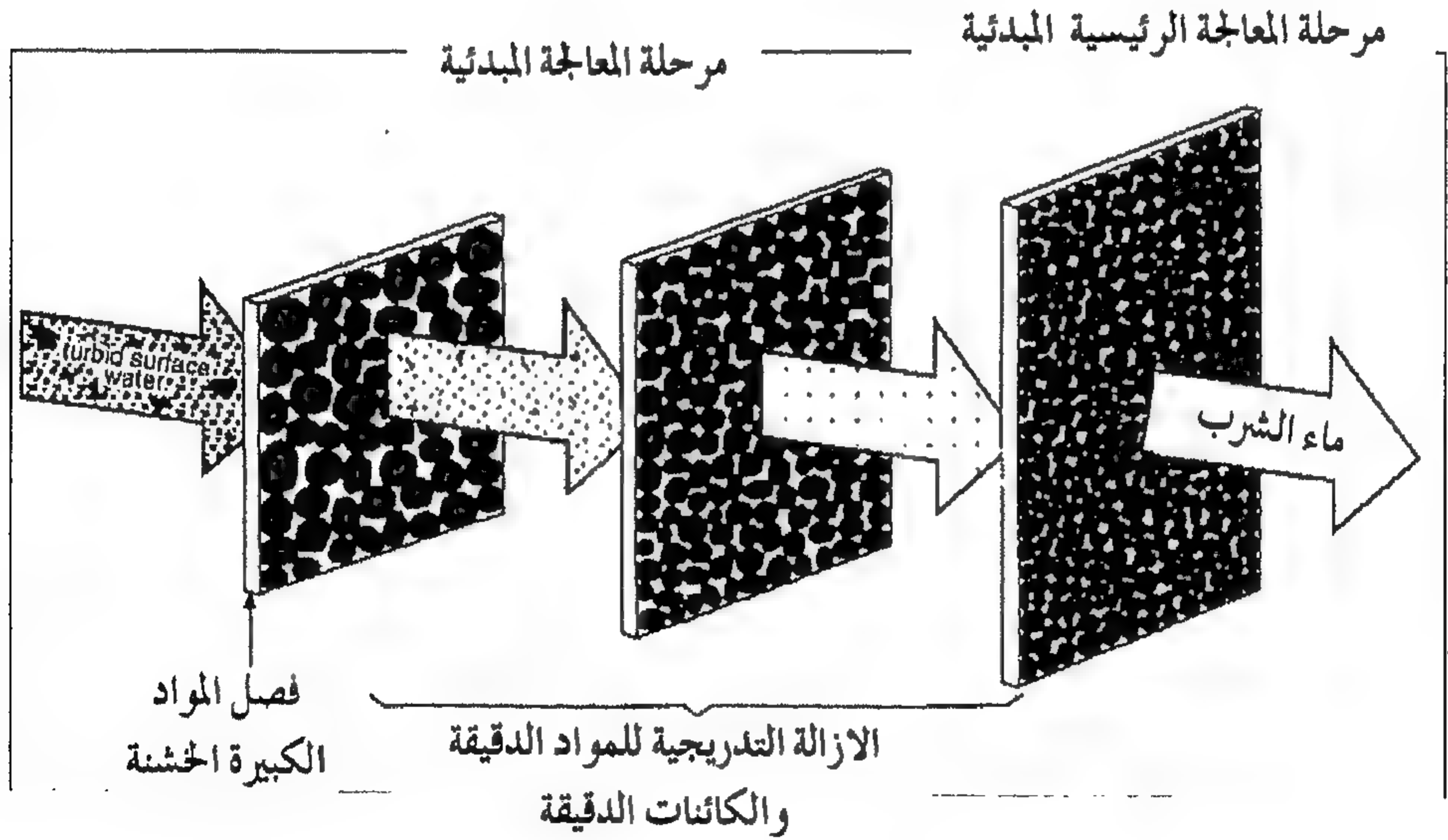
4 - 3 - 4. التأكد من جودة الماء ميكروبيا

- يمكن التأكد من جودة الماء من الناحية الميكروبية عن طريق:
 - حماية مصدر الماء سواء كان سطحيا او جوفيا من اي تلوث ميكروبي أو كيميائي.
 - تحقيق كافة متطلبات المعالجة الجيدة للماء وخاصة التطهير من خلال تطبيق إجراءات وعمليات الحواجز المتعددة لحماية الماء من العوامل الملوثة.
 - التفقيش الصحي لكافة مصادر إمداد المياه ونقاط التوزيع والشبكة الخارجية والداخلية.
 - تحليل واختبار جودة الماء من الناحية الكيميائية والميكروبيولوجية.

مفهوم الحواجز المتعددة

- مفهوم الحواجز المتعددة multiple barriers لمعالجة المياه هو حجر الزاوية لإنتاج مياه شربة آمنة ونقية. واختيرت الحواجز طبقا لقدرات الإزالة للمراحل المختلفة في عملية المعالجة والتي قد تضاعفت نتيجة لهذه الحواجز.
- امتلاك الحواجز المتعددة يعني انه في حالة فشل احد الحواجز في المعالجة فانه يمكن تعويضه من خلال التشغيل الكفاء الفعال لبقية حواجز المعالجة، ويعني أيضا تقليل الاحتمالات القوية لمرور المواد والعوامل الملوثة خلال نظام المعالجة ووصولها للمستهلك مسببة له الضرر. علي نحو تقليدي الحواجز تشتمل علي:
 - حماية مصدر الماء (الماء المستخدم كماء للشرب لابد أن يكون منشأه من مصدر عالي الجودة كلما أمكن ذلك).

- الترويب والتزغيب والترسيب.
 - الترشيح.
 - التطهير.
 - حماية نظام التوزيع.
- لو كانت هذه الحواجز التقليدية غير كافية فانه ينصح بإضافة مراحل متعددة أخرى من الترشيح والتطهير.
- المنفعة الهامة من حواجز المعالجة المتعددة قد وضحت من خلال الدراسة الوبائية الحديثة لنظام للماء الجوفي حيث واحد من الآبار الجوفية قد تم ترشيحه ثم تطهيره بالكلور والآخر قد تم تطهيره بالكلور فقط (Beaudeau et al, 1999).
- الدمج بين الترشيح والكلورة (التطهير بالكلور) قد امد نظام المعالجة بقدرة مضاعفة من ازالة الملوثات.



شكل 4 - 1 مفهوم الحواجز المتعددة لمعالجة الماء

4 - 4 . الجوانب الكيميائية لصحة مياه الشرب

Chemical Aspects of Drinking Water Health

إن الهواجس الصحية المرتبطة بالمكونات الكيميائية لمياه الشرب تختلف عن تلك المرتبطة بالتلوث الميكروبي، وتنبعث أساسًا من قدرة هذه المكونات الكيميائية على إحداث ضارة بالصحة بعد فترات طويلة من التعرض. وهناك عدد قليل من المكونات الكيميائية للماء يمكن أن تؤدي إلى ظهور مشاكل صحية نتيجة تعرض واحد، فيما عدا تأثيراتها عن طريق تلويث عرضي واسع النطاق لإمدادات مياه الشرب. وفضلا عن ذلك، فإن التجربة تبين أن في كثير من مثل هذه الحوادث، لا فيها جميعًا، تصبح المياه غير صالحة للشرب نتيجة عدم مقبولية طعمها ورائحتها ومظهرها (لونها).

أما في الأحوال التي لا يحتمل فيها أن يؤدي التعرض القصير الأمد إلى إضرار بالصحة، فإن الحل الأكثر فعالية غالبًا ما يتمثل في تركيز استخدام الموارد المتاحة للتدابير العلاجية على تحديد مصدر التلوث وإزالته لا على تقرير تدابير عالية التكلفة لمعالجة مياه الشرب من أجل إزالة العناصر الكيميائية.

وهناك مواد كيميائية كثيرة يمكن أن تظهر في مياه الشرب، بيد أن بعضًا منها فقط يحدث تأثيرًا مباشرًا على الصحة في أي ظرف من الظروف. وينبغي أن يراعى في تحديد الأولوية التي تولى لتدابير الرصد والعلاج ألا توجه الموارد الشحيحة، دون ضرورة، إلى مواد ذات تأثير ضئيل أو منعدم على الصحة.

ويمكن للتعرض لمستويات عالية من الفلوريد، الذي يحدث بشكل طبيعي، أن يؤدي إلى اصفرار الأسنان، وفي الحالات الحادة إلى إصابة الهيكل العظمي بالداء الفلوري. ويمكن بالمثل أن ينتج الزرنيخ بشكل طبيعي وقد يؤدي التعرض المفرط للزرنيخ في مياه الشرب إلى خطر كبير للإصابة بالسرطان وإلى تقرحات جلدية. كذلك يمكن لمواد كيميائية أخرى تنتج بشكل طبيعي، من بينها اليورانيوم والسيلينيوم، أن تثير

مشكلات صحية عندما توجد بشكل مفرط . وقد اقترن بوجود النترات والنتريت في الماء وجود نوع غير عادي من خضاب الدم في الدم وخاصة لدى الرضع (أقل من عامين) وقد تظهر النترات نتيجة للإفراط في استخدام الأسمدة أو إلقاء مياه الصرف أو غيرها من النفايات في المياه السطحية والجوفية .

وفي المناطق ذات المياه الحمضية أو المؤذية ، بوجه خاص ، يمكن أن يؤدي استخدام الأنابيب والتركيبات ومواسير المياه الرصاصية أو مواد اللحام إلى مستويات عالية من الرصاص في مياه الشرب ، وهو ما يحدث آثاراً سلبية على الأعصاب .

وهناك القليل من المواد الكيميائية التي تمثل نسبة ما يستمد منها عن طريق مياه في إجمالي ما يدخل إلى الجسم عاملاً مهماً في الوقاية من الأمراض . ومن الأمثلة على ذلك تأثير الفلوريد الموجود في مياه الشرب في تعزيز الوقاية من تسوس الأسنان . ولا تحاول الدلائل تحديد التركيزات الدنيا المرغوبة للعناصر الكيميائية في مياه الشرب .

وقد استنبطت قيم دلالية لكثير من العناصر الكيميائية لمياه الشرب . وتمثل القيمة الدلالية تركيز العنصر الذي لا يؤدي إلى أي خطر هام على الصحة جراء الاستهلاك مدى الحياة . ووضع عدد من القيم الدلالية المؤقتة استناداً إلى مستوى الإمكانيات العملية لإنجاز مهام المعالجة أو مهام التحليل . والقيم الدلالية في هذه الحالات أعلى من القيم المحسوبة المستندة إلى اعتبارات الصحة .

4 - 4 - 1 . جودة المياه من الناحية الكيميائية

يعتمد تقدير مدى جودة المياه من الناحية الكيميائية على مقارنة نتائج تحليل جودة المياه بالقيم الدلالية . وفيما يتعلق بالمضافات (أي العناصر الكيميائية المستمدة أساساً من المواد والكيميائيات المستخدمة في إنتاج وتوزيع مياه الشرب) ينصب التركيز على المراقبة المباشرة لنوعية تلك المنتجات . وفي مراقبة المضافات إلى مياه الشرب ، تعنى إجراءات الاختبار ، نمطياً ، بتقدير إسهام المادة المضافة إلى مياه الشرب ، وبأخذ

الفصل الرابع

التغيرات التي تحدث مع الوقت في الحساب عند استنباط قيمة يمكن مقارنتها بالقيمة الدلالية بيد أن بعض العناصر الكيميائية الخطرة التي تشوب مياه الشرب تثير انشغالا بسبب الآثار الناجمة عن تواتر التعرض لفترات قصيرة . وحيثما يتغير تركيز العنصر الكيميائي المثير للاهتمام تغيرًا كبيرًا، لا يمكن، حتى لسلسلة من نتائج التحليل أن تبين وتحدد دائمًا بشكل كامل الخطر المحدق بالصحة العامة، ومن الأمثلة على ذلك مادة النترات المرتبطة بخضاب الدم المبدل الدموي لدى الأطفال الرضع، ويجب في مراقبة مخاطر من هذا القبيل، إيلاء اهتمام لمعرفة العوامل المسببة مثل استخدام الأسمدة في الزراعة ولا اتجاهات التركيزات المكتشفة، حيث إنها ستبين ما إذا كان يمكن أن تحدث مشكلة هامة في المستقبل . وقد تبرز مخاطر أخرى بشكل متقطع وكثيرًا ما تكون مرتبطة بنشاط موسمي أو ظروف موسمية . ومن الأمثلة على ذلك ظهور البكتيريا السيانوية السامة على سطح الماء .

وتمثل القيمة الدلالية تركيز العنصر الذي لا يتجاوز عتبة الخطر المحتمل على صحة المستهلك جراء الاستهلاك مدى الحياة . وقد حددت القيم الدلالية لبعض الملوثات الكيميائية (مثل الرصاص والنترات) بحيث تحمي الفئات السكانية السريعة التأثير . وهذه القيم الدلالية تحمي أيضًا عامة السكان مدى الحياة .

على أن تجاوز القيمة الدلالية لا يؤدي بالضرورة إلى خطر هام على الصحة . ومن ثم فإن الانحرافات التي تتجاوز القيم الدلالية في المدى القصير أو الطويل لا تعني بالضرورة أن الماء غير صالح للاستهلاك . ويتوقف المقدار الذي يمكن تجاوز أي قيمة دلالية به والفترة التي يمكن أن يحدث خلالها التجاوز، دون التأثير على الصحة العمومية، على نوعية المادة المعنية .

وقد تبين أن بعضًا فقط من المواد الكيميائية له آثار صحية واسعة النطاق على الإنسان نتيجة التعرض عن طريق مياه الشرب عندما تكون موجودة بكميات مفرطة . وتشمل هذه الفلوريد والزرنيخ والنترات . كذلك جرى التدليل على تأثيرات صحية

على الإنسان في بعض المجالات التي يوجد فيها الرصاص (من أعمال السباكة المنزلية) وهناك قلق بسبب مدى التعرض المحتمل للسيلينيوم واليورانيوم في بعض المناطق بتركيزات مهمة الأثر على صحة الإنسان. وللحديد والمنجنيز أهمية واسعة النطاق بسبب تأثيرهما على مقبولية الماء.

وينبغي أن توضع هذه المكونات في الاعتبار كجزء من أي عملية لتحديد الأولويات. وفي بعض الحالات سوف يبين التقييم عدم وجود خطر من تعرض كبير على المستوى الوطني أو الإقليمي أو مستوى النظام.

وقد تكون لمياه الشرب مساهمة ضئيلة فقط في إجمالي ما يدخل إلى الجسم من مادة كيميائية معينة، وفي بعض الظروف قد يكون لمراقبة المستويات في مياه الشرب، بنفقات ربما تكون عالية، تأثير ضئيل على إجمالي التعرض. وينبغي من ثم النظر في استراتيجيات إدارة مخاطر مياه الشرب في ارتباط بمصادر التعرض البشري الممكنة الأخرى.

ويمكن بداية أن تكون عملية «وضع قائمة مختصرة» للمواد الكيميائية المثيرة للقلق تصنيفاً بسيطاً للمخاطر العالية والمنخفضة من أجل تحديد المشاكل الكبيرة. ويمكن تنقيح ذلك باستخدام بيانات مستمدة من عمليات تقييم وتحليل أكثر تفصيلاً ويمكن أن يضع في الاعتبار الحوادث النادرة، والتغير وعدم اليقين. والجدول التالي يبين أهم الملوثات الكيميائية التي يمكن أن تتواجد في مصادر المياه.

الفصل الرابع

جدول 4-3

الملوثات الكيميائية في مصادر المياه

أ - الأيونات الذائبة :

المصدر	المواد الأيونية الموجبة كاتيونات	المواد الأيونية السالبة أنيونات
1 - احتكاك المياه والصخور والمعادن	<p>كالسيوم Ca^{2+}</p> <p>حديد Fe^{2+}</p> <p>ماغنسيوم Mg^{2+}</p> <p>منجنيز Mn^{2+}</p> <p>بوتاسيوم K^{+}</p> <p>صوديوم Na^{+}</p> <p>زنك Zn^{2+}</p>	<p>بيكربونات HCO_3^{-}</p> <p>كربونات CO_3^{--}</p> <p>كلوريدات Cl^{-}</p> <p>فلوريدات F^{-}</p> <p>نترات $-NO_3$</p> <p>فوسفات PO_4^{-3}</p> <p>هيدروكسيدات $-OH$</p> <p>بورات $-H_2BO_4$</p> <p>سليكات H_3SiO_4</p> <p>كبريتات SO_4^{-2}</p>
2 - تحلل المواد العضوية	<p>أمونيا NH_4^{+}</p> <p>هيدروجين H^{+}</p> <p>صوديوم Na^{+}</p>	<p>بيكربونات HCO_3^{-}</p> <p>كلوريدات Cl^{-}</p> <p>نترات $-NO_3$</p> <p>نيتريت NO_2</p> <p>كبريتيدات $-S^{-}$</p> <p>هيدروكسيدات $-OH$</p>

جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربولوجية

المصدر	المواد الأيونية الموجبة كاتيونات	المواد الأيونية السالبة أنيونات
3 - البلديات، الصناعة والزراعة والنشاطات الأخرى.	جميع الأيونات للأملاح غير العضوية والتي تحمل الشحنة الموجبة بالإضافة إلى العناصر الثقيلة مثل : Cr, Cd, Cu, Pb, Hg, ... etc	جميع الأيونات للأملاح غير العضوية والتي تحمل الشحنة السالبة، الملوثات العضوية، اللون، الرائحة
4 - مصادر هوائية	هيدروجين H^+	بيكربونات HCO_3^- كلوريدات Cl^- كبريتات SO_4^{2-}

ب - أهم الملوثات الغازية والعالقة والصلبة :

الغازية	العالقة	المواد الصلبة
نواتج معالجة وتنقية المياه		
1 - ثاني أكسيد الكربون CO_2	الطيني السيليكا SiO_2 أكسيد الحديد FeO_3 أكسيد الألمونيوم Al_2O_3 أكسيد المنجنيز MnO_2	طيني، رمل / Slit ومركبات تربة غير عضوية.
نواتج الصرف الصحي والزراعي		
2 - أمونيا NH_3 ثاني أكسيد الكربون CO_2 كبريتيد الهيدروجين H_2S هيدروجين H_2 ميثان CH_4 نيتروجين N_2 أكسجين O_2	بقايا الخضراوات والنفايات العضوية.	محتويات التربة العضوية الغير قابلة للذوبان، النفايات العضوية. الدهون والكربوهيدرات والبروتينات.

الفصل الرابع

المواد الصلبة.	العائلة	الغازية
لوائح الصرف الصناعي		
طمي، Slit، Grit، أملاح عضوية وغير عضوية، مركبات عضوية، مركبات بترولية وشحومات.	أملاح عضوية وغير عضوية، مواد ملوثة كالأصبغ، المذيبات، مواد عضوية كلورية بكتيريا، ديدان وكائنات حية.	غاز الكلور Cl_2 غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2

- 4 - 4 - 2. تصنيف الخصائص الكيميائية لمياه الشرب من حيث تأثيراتها على الصحة
- تنقسم الخصائص الكيميائية في المياه العذبة المستخدمة كمصدر من مصادر مياه الشرب إلى المواد الغير عضوية والمواد العضوية الموجودة في الماء سواء بنسب صغيرة أو بنسبة كبيرة تصل إلى حد كونها عناصر ملوثة والمواد تنقسم إلى الآتي :-
- المجموعة الأولى المواد الغير عضوية ذات التأثير على الإستساغة أو الاستخدام المنزلي والتي ليس لها تأثير على الصحة العامة.
 - المجموعة الثانية المواد الغير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة.
 - المجموعة الثالثة المواد الغير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة والتي لم ينص عليها في دلائل مياه الشرب والاستخدام المنزلي.
 - المجموعة الرابعة المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة.
 - المجموعة الخامسة المواد ذات الطبيعة الإشعاعية.
 - المجموعة الأولى المواد الغير عضوية ذات التأثير على الإستساغة أو الاستخدام المنزلي والتي ليس لها تأثير على الصحة العامة.
- وتشمل المواد الآتية :-
- الأملاح الكلية الذائبة.
 - الحديد.

جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكروبيولوجية

- المنجنيز.
- النحاس.
- الزنك.
- العسر الكلي.
- الكبريتات.
- الكلوريدات.
- الصوديوم.
- الألمونيوم.

• المجموعة الثانية المواد الغير عضوية ذات التأثير علي الصحة العامة.
وتشمل المواد الآتية : -

- الرصاص.
- الزرنيخ.
- السيانيد.
- الكادميوم.
- السيلينيوم.
- الزئبق.
- الكروم.
- النترات والنتريت.
- الفلوريدات.

• المجموعة الثالثة المواد الغيرعضوية ذات التأثير علي الصحة العامة والتي لم ينص عليها
في دلائل مياه الشرب والاستخدام المنزلي.
وهذه المجموعة تشمل المواد الآتية :
• الفضة.

الفصل الرابع

• النيكل .

• الاسبتوس .

• المجموعة الرابعة المواد العضوية ذات التأثير علي الصحة العامة .

وهي تشمل المواد العضوية الآتية :

1 - المبيدات Pesticides

2 - المطهرات ونواتجها-Disinfectants and disinfectants by prod

ucts .

3 - أحماض الخليك الكلورة Chlorinated Acetic acids .

4 - الأسيتونيتريلات المهلجنة Halogenated acetonitriles .

5 - الكانات مكلورة Chlorinated Alkanes .

6 - مركبات الأيثان المكلورة Chlorinated Ethanes .

7 - البنزينات المكلورة Chlorinated Benzenes .

• المجموعة الخامسة : المواد المشعة ؛ -

• يتعرض الإنسان للمواد المشعة من مصدرين ؛ -

1 - المصادر الطبيعية من عدد من المواد المشعة الموجودة في بيئة الإنسان .

2 - المصادر التي صنعها الإنسان نتيجة استخدامات المواد المشعة في أغراض

السلم والحرب .

وهناك نوعين هامين يتم الكشف عنهما في مياه الشرب وهما:

• فصيلة مشعات ألفا 0.1 بيكاريل / اللتر .

• فصيلة مشعات بيتا 1 بيكاريل / اللتر .

4 - 4 - 3. الأمراض المتعلقة بالخصائص الكيميائية للماء

Chemical - related illness

نظراً لأن الماء يتميز بكونه مذيياً جيداً فإنه يمكن أن يحتوي على ألف أو عدة آلاف من المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في البيئة. بعض هذه المواد موجودة في الماء بصورة طبيعية ولكن الكثير منها يصل للماء نتيجة للأنشطة الإنسانية ومن المحتمل أن يكون ضار بصحة الإنسان وحياته. ولحسن الحظ فإن تراكيزات الشوائب التي من المحتمل أن تسبب بعض الضرر قليلة جداً في المياه الطبيعية، ولكن يوجد آلاف من المركبات المستخدمة في الزراعة والصناعة والمنازل والتي قد تجد طريقها للمياه السطحية والمياه الجوفية. بالنسبة إلى التأثيرات الصحية المرتبطة بالمواد الكيميائية بالماء أو المتعلقة بالخصائص الكيميائية للماء فإنه يمكننا التمييز بين نوعين :

الأول : التأثيرات العادة acute effects حيث أن عواقب ونتائج استهلاك الماء الملوث تظهر مباشرة أو بعد فترة وجيزة. الثاني التأثيرات المزمنة chronic effects حيث أن الابتلاع والأخذ المستمر للماء الملوث ينتج مخاطر على المدى الطويل. وجود تراكيزات من مادة ذات خطورة في ماء الشرب كافية لإحداث تأثيرات حادة من الممكن أن يحدث فقط عند حدوث حادثة معينة خلال عمليات معالجة الماء وهو ما يعرف بالتلوث العرضي ومن المفروض من السلطات أن تتخذ إجراءات وقائية لمنع حدوث التلوث العرضي للماء أثناء المعالجة ومن أمثلة ذلك التغير العرضي في طعم ورائحة الماء التي تحدث فجأة. في إمدادات الماء فإن الشيء الرئيسي الذي يهتم به هو وجود مستويات قليلة من الملوثات والتي ربما أن تنتج تأثيرات صحية ملحوظة بعد التعرض لمدة طويلة ربما بعد عدة سنوات. بعض المواد التي من المحتمل أن تسبب ضرراً صحياً بوضوح يكون لها حد تأثير عتبي threshold effect لا يجب تخطيه ويجب أن يكون تركيز هذه المواد أقل من الحد العتبي في هذه الحالة فإنه لا يحدث ضرر. بعض الملوثات

الفصل الرابع

الأخرى لا يظهر أن يكون لها حد عتبي لذا فإن أي اخذ لهذه المواد فإنه من المحتمل أن يسبب ضرراً ويتبع المواد المسببة للسرطان هذه المجموعة من المواد.

4 - 5. الجوانب الإشعاعية لصحة مياه الشرب

Radiological Aspects of Drinking Water Health

ينبغي أيضاً أن توضع في الاعتبار المخاطر الصحية المرتبطة بوجود نويدات مشعة تحدث بشكل طبيعي في مياه الشرب، على الرغم من أن إسهام مياه الشرب في مقدار التعرض الإجمالي للنويدات المشعة صغير جداً في الظروف الطبيعية. هذا ولم توضع قيم دلالية رسمية لكل من النويدات المشعة في مياه الشرب، واستخدم بدلا من ذلك أسلوب يركز على فحص مياه الشرب للكشف عن إجمالي النشاط الإشعاعي لألفا وبيتا. وبينما لا يشير العثور على مستويات نشاط أعلى من القيم الموضوعة للفحص إلى أي خطر مباشر على الصحة، فإنه ينبغي أن يكون تنبيهاً إلى ضرورة إجراء تقصيات مستفيضة لتحديد النويدات المشعة المسؤولة وتحديد المخاطر المحتملة، مع وضع الظروف المحلية في الحسبان.

4 - 6. جوانب مقبولة واستساغة مياه الشرب

Potability Aspects of Drinking Water Health

ينبغي أن لا يكون للماء أي طعم وأي رائحة وهما أمران لا يقبلهما معظم المستهلكين. ويعتمد المستهلكون بشكل رئيسي على حواسهم. فالعناصر الميكروبية والكيميائية والفيزيائية للماء يمكن أن تؤثر على مظهره أو رائحته أو طعمه، والمستهلك يقيم جودة الماء ومقبوليته على أساس هذه المعايير. وعلى الرغم من أن هذه المواد قد لا تكون لها آثار مباشرة على الصحة، فإن الماء الشديد العكارة أو المتغير اللون بدرجة عالية أو الذي لا يلقي طعمه أو رائحته القبول يمكن أن يعتبره المستهلكون غير مأمون وأن يرفضوه. وفي الحالات القصوى قد يتجنب المستهلكون مياه الشرب غير المقبولة

جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكريولوجية

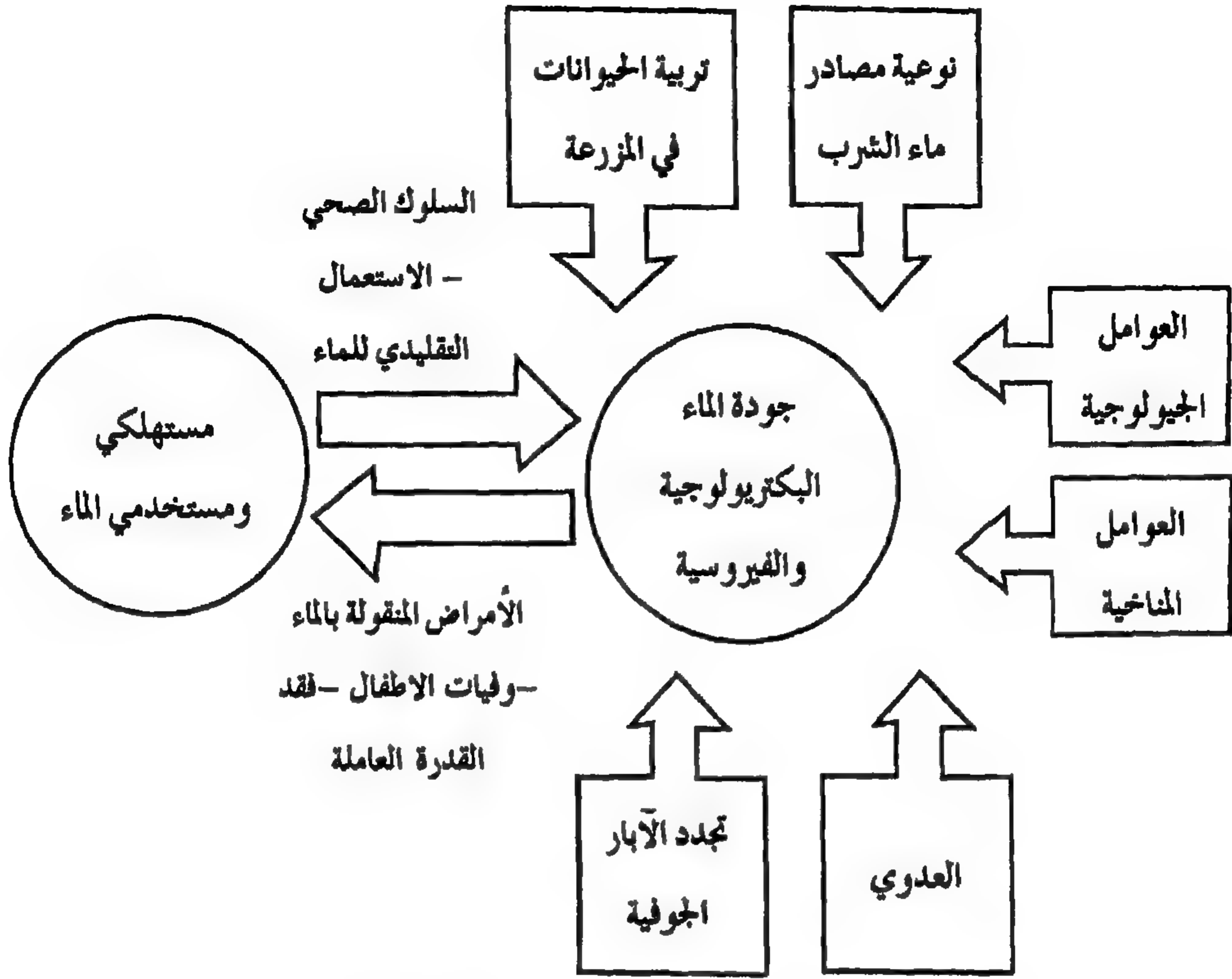
من الناحية الجمالية مع مأمونيتها لصالح مياه الشرب أحسن منظرًا ولكنها قد تكون غير مأمونة. ولذلك فإن من الحكمة إدراك حساسيات المستهلك ومراعاة الدلائل المتعلقة بالصحة إلى جانب المعايير الجمالية عند تقييم إمدادات مياه الشرب ووضع اللوائح والمعايير. فالتغيرات في مظهر إمدادات مياه الشرب أو في رائحتها أو طعمها يمكن أن تكون إشارة إلى تغيرات في جودة مصادر المياه الأولية أو إلى جوانب قصور في عملية المعالجة وينبغي تفحصها.

4 - 7. جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية

Bacteriological and Virological Water Quality

يؤثر كل من مستخدم ومستهلكي الماء علي جودة الماء عموماً ، فطبيعة استعمالهم التقليدية وسلوكهم الصحي ودرجة تطبيقهم للنواحي الصحية يؤثر بشدة علي جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية. وعلي الجانب الآخر جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية تؤثر علي مستخدم ومستهلكي الماء من حيث الإصابة بالأمراض التي تنتقل عن طريق الماء والمتسبب فيها عوامل بكتيرية أو فيروسية مما يؤدي إلى وفيات الأطفال (نسبة كبيرة من وفيات الأطفال في الدول الفقيرة يعزى إلى الأمراض المنقولة بالماء الملوث) وفقد عائل الأسرة وفقد القوي العاملة بالمجتمع. اي ان العلاقة متبادلة بين مستخدم ومستهلكي الماء وجودة الماء البكتريولوجية والفيروسية كما يوضح الشكل التالي.

الفصل الرابع



شكل 4 - 2 عوامل جودة الماء والعلاقة بين مستخدمي الماء وجودته

والشكل يصف العوامل المؤثرة على جودة الماء الفيروسية والبكتريولوجية والتي

تتمثل في العوامل الآتية :

- نوعية مصادر مياه الشرب.
- تربية الحيوانات في المزرعة.
- العوامل المناخية.
- العوامل الجيولوجية.
- العدوي بالأمراض.
- تجديد الآبار الجوفية.

1 - نوعية مصادر مياه الشرب (هل هو نقي - ملوث - معرض للتلوث).

تحدد نوعية مصادر مياه الشرب جودة الماء البكتيريولوجية والفيروسية وهذا لان تعرض الماء للتلوث الميكروبي يختلف من مصدر إلى آخر فمثلا المياه السطحية أكثر عرضة للتلوث من المياه الجوفية المخزنة في باطن الأرض. كما أن بقاء ونمو الكائنات الحية الدقيقة يختلف في المياه المالحة عن المياه العذبة وذلك يعتمد علي الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكل نوع من الماء وعلي درجة توافر المادة الغذائية المتاحة في الماء.

2 - تربية الحيوانات في المزرعة (هل تؤدي التربية إلى تلوث الماء السطحي أو الجوي بمخلفات المزرعة).

فتتولد الفضلات الحيوانية من روث الحيوانات الموجودة في المزرعة وتحتوي الفضلات الحيوانية علي كثير من البكتريا والفيروسات الممرضة مما يؤثر علي جودة الماء من خلال إمكانية تسرب الفضلات الحيوانية إلى المياه السطحية (بالجريان المائي أو ب الأمطار) أو إلى المياه الجوفية (بالتغلل داخل طبقات التربة أو الأمطار) التي تستخدم كمصدر من مصادر ماء الشرب. وقد يتم التلوث البرازي للمجاري المائية والبحيرات بصورة مباشرة من خلال التبرز والتبول المباشر لهذه الحيوانات في تلك المجاري المائية والبحيرات مضافا أنواع مختلفة من الميكروبات المرضية التي تصاحب البراز والتبول.

3 - العوامل المناخية (مدي مساهمة وتأثير العوامل المناخية علي انتشار الملوثات ووصولها للمصدر المائي).

تؤثر بعض العوامل المناخية علي جودة الماء فالرياح قد تحمل الملوثات والعوامل البيولوجية من مكان إلى آخر وربما أوصلت الرياح الملوثات إلى المياه السطحية وايضا الأمطار والسيول قد يكون لها دور في انتقال الملوثات الأرضية إلى المسطحات المائية

الفصل الرابع

المختلفة من خلال الجريان السطحي للماء وربما تصل هذه الملوثات إلى المياه الجوفية. كما ان الفيضانات والسيول تكسح أمامها المواد العالقة والطافية والملوثات الأدمية والحيوانية والنباتية والكيميائية والعضوية مما يشكل خطراً داهماً على صحة الإنسان وعبئاً على عمليات تنقية المياه وكفاءة خطوات التنقية والتعقيم لشدة تلوث مياه المأخذ.

4 - العوامل الجيولوجية (هل تؤدي التكوينات الجيولوجية إلى تدفق الملوثات إلى الماء

السطحي او الجوفي).

المكونات والتراكيب الجيولوجية للأرض كنوع التربة ومساميتها وطبيعة طبقاتها ونفاذيتها قد تؤثر على انتقال الملوثات خلال البيئة الأرضية ومنها إلى البيئة المائية كالمياه الجوفية محدثة تأثيراً على جودة الماء الميكروبيولوجية. فالتربة المسامية المنفذة قد تعمل على انتقال الملوثات الميكروبية ونفاذها إلى مكامن المياه الجوفية، وفي العقود الأخيرة تم اكتشاف وعزل كثير من الكائنات الممرضة من داخل المياه الجوفية مما يدل على وصول الملوثات البيولوجية عن طريق اختلاط هذه المياه بمياه ملوثة بالصرف الصحي للإنسان. ويعد خزانات التحليل والتسرب من خطوط الصرف الصحي أو حقن مياه الصرف داخل الأرض من أهم أسباب وصول الكائنات الممرضة للمياه الجوفية.

5 - العدوي بالأمراض (الأمراض المتعلقة بالماء)

العدوي بالأمراض المعدية تؤثر على جودة الماء فقد تنتقل بعض الأمراض (خاصة الأمراض المتعلقة بالماء) عن طريق المياه، أو تجد بعض مسببات الأمراض طريقها إلى مياه الشرب من خلال استهلاك حاملي العدوي للماء وتعاملهم للماء والغذاء المتعلق به.

6 - تجدد الآبار الجوفية (هل يؤدي انسياب الماء من والى المخزون الجوفي إلى تلوث الماء

مثل انسياب المياه المالحة إلى المياه الجوفية).

يؤثر تجدد الآبار الجوفية على المخزون الجوفي فقد يقل المخزون الجوفي في فترة من الفترات مما يؤدي إلى تداخل المياه المالحة القادمة من البحر إلى الخزان الجوفي واختلاطها بالمياه العذبة وإذا كانت هذه المياه محملة بالملوثات البيولوجية كمياه البحر التي تصرف عليها مياه المجاري فان وصول الملوثات البيولوجية إلى المياه الجوفية امرا واردا عن طريق تداخل المياه المالحة مما يؤثر على جودة الماء البكتيريولوجية والفيروسية. كما قد تصل الملوثات عن طريق تداخل المياه السطحية مع المياه الجوفية ووصول الملوثات منها إلى الخزان الجوفي.

4 - 8. جودة الماء الكيميائية Chemical Water Quality

تتأثر جودة الماء الكيميائية بالعديد من العوامل الطبيعية والصناعية، إذ أن المكونات الكيميائية للماء واتزانها والذي يعطي للماء جودته وسلامته من الناحية الكيميائية تتأثر بتلك العوامل والتي أهمها :

- طبيعة مصدر الماء .
- الأنشطة الزراعية .
- العوامل الجيولوجية .
- دخول عوامل أو مواد من الغلاف الجوي .
- العوامل الطبيعية .
- تداخل مياه البحر .

الفصل الرابع

(1) طبيعة مصادر الماء

تحدد طبيعة ونوعية مصادر المياه جودة الماء من الناحية الكيميائية، فتختلف المياه السطحية عن المياه الجوفية من حيث طبيعة ونوعية المياه ومن حيث القابلية للتلوث، فالمياه السطحية أكثر عرضة للتلوث بالمصادر الجوية والأرضية والمائية للملوثات من المياه الجوفية المخزنة في باطن الأرض والتي تعتبر مياه محمية نوعا ما. فتضيف المصادر الجوية والأرضية والمائية العديد من الملوثات إلى الماء السطحي فتعمل على التأثير على اتزانه الكيميائي المتمثل في اتزان العناصر والأملاح الكيميائية التي تجعله صالحا للاستخدام.

(2) الأنشطة الزراعية

وينتج عن نشاط الزراعة عموما العديد من الملوثات التي يمكن تؤثر على جودة الماء الكيميائية، من أهم تلك الملوثات كافة المخلفات والنفايات والفضلات الناتجة عن كافة الأنشطة الزراعية النباتية والحيوانية، من أمثلتها افرازات الحيوانات، وجيف الحيوانات، وبقايا الأعلاف والأسمدة والمخصبات والمبيدات، والعبوات الفارغة، ومخلفات حصاد النبات، والمخلفات والبقايا النباتية مثل الحشائش والنباتات العائمة مثل ورد النيل والحشائش الغاطسة وغيرها من النباتات. وتختلف كمية ونوعية المخلفات الزراعية حسب نوعية الزراعة والطريقة المتبعة في الإنتاج الزراعي.

(3) العوامل الجيولوجية

تشارك العوامل الجيولوجية والجيومورفولوجية في تحديد طبيعة المياه الجوفية في كثير من المناطق، فنوعية المياه الجوفية تتأثر بنوعية الصخور الرسوبية الحاوية لها. كما ان حركة المعادن الثقيلة والعناصر النادرة وميكانيكية نقلها إلى البيئة وكذلك

حركتها في البيئة البحرية بتأثير التيارات والأمواج تؤثر علي جودة وخصائص الماء الكيميائية. كما أن المكونات والتراكيب الجيولوجية للأرض كنوع التربة ومساميتها وطبيعة طبقاتها ونفاذيتها قد تؤثر علي انتقال الملوثات خلال البيئة الأرضية ومنها إلى البيئة المائية كالمياه السطحية والجوفية محدثة تأثيراً علي جودة الماء الكيميائية. فالتربة المسامية المنفذة قد تعمل علي انتقال الملوثات ونفاذها إلى مكامن المياه الجوفية.

(4) دخول عوامل أو مواد من الغلاف الجوي

تعد البيئة الهوائية من مصادر التلوث التي تؤثر علي الماء السطحي فتساقط وترسب الملوثات الكيميائية الرطب والجاف من الغلاف الجوي علي الماء من شأنه أن يؤثر علي جودة وخصائص الماء الكيميائية.

(5) العوامل الطبيعية

تؤثر بعض العوامل الطبيعية كالفيضانات والسيول والأعاصير والزلازل والبراكين علي جودة الماء فالسيول والفيضانات علي سبيل المثال قد يكون لها دور في انتقال الملوثات الأرضية إلى المسطحات المائية المختلفة من خلال الجريان السطحي للماء وربما تصل هذه الملوثات إلى المياه الجوفية. كما أن الفيضانات والسيول تكسح أمامها المواد العالقة والطافية والملوثات الآدمية والحيوانية والنباتية والكيميائية والعضوية مما يشكل خطراً داهماً علي صحة الإنسان وعبئاً علي عمليات تنقية المياه وكفاءة خطوات التنقية والتعقيم لشدة تلوث مياه المأخذ. كما تضيف البراكين بعض الملوثات إلى المياه السطحية نتيجة جرف الأمطار لنواتج البراكين الصلبة إلى المياه السطحية.

6) تداخل مياه البحر

يؤدي لضخ الزائد للمياه العذبة من الآبار في منطقة ما ملاصقة للبحر إلى حدوث تداخل لمياه البحر مع المياه الجوفية مما يسبب تغير في خواص تلك المياه لزيادة ملوحتها وانخفاض جودتها وصلاحياتها للزراعة. وإذا كانت مياه البحر تحتوي على ملوثات كيميائية فإن وصول تلك الملوثات إلى المياه الجوفية أمراً وارداً عن طريق تداخل المياه المالحة مما يؤثر على جودة الماء الكيميائية. كما قد تصل الملوثات عن طريق تداخل المياه السطحية مع المياه الجوفية ووصول الملوثات منها إلى الخزان الجوفي. ومن أشهر الملوثات التي تلوث الخزانات الجوفية نتيجة تداخل مياه البحر أملاح النترات Nitrates والكلورايدات Chlorides.



الفصل الخامس

مراقبة نوعية المياه

5. مقدمة .
- 5 - 1. أهداف البرامج الرقابية لنوعية الماء .
- 5 - 2. أنواع برامج مراقبة نوعية المياه .
- 5 - 3. مراقبة جودة الماء عن طريق المسح البيئي لمصادر المياه .
- 5 - 4. الرصد البيئي للموارد المائية في البلدان العربية.
- 5 - 5. الرصد البيئي البحري للتلوث بالمخلفات السائلة.

الفصل الخامس

مراقبة نوعية المياه

5. مقدمة Introduction

المقصود بمراقبة نوعية الماء هو بيان ملائمة نوعية المياه للاستعمالات المختلفة طبقاً للمواصفات والمعايير المحلية والعالمية (مثل منظمة الصحة العالمية WHO ومؤسسة حماية البيئة الأمريكية EPA) بالإضافة إلى تحديد أي تغيير أو خلل يطرأ على نوعية المياه وتحديد أسبابه ومصدره معالجته بالطريقة المناسبة.

5 - 1. أهداف البرامج الرقابية لنوعية المياه

Objectives of Monitoring Programs for Water Quality

- تهدف برامج مراقبة نوعية الماء إلى تحقيق جملة من الأهداف الهامة منها:
- تأكيد تطابق وتوافق نوعية مياه الشرب مع المعايير القياسية المحلية والدولية.
 - مراقبة التغيرات في الخصائص والمعايير الفيزيائية والكيميائية والجرثومية في المياه السطحية والجوفية وأتباع أسلوب الإنذار المبكر لاتخاذ الإجراءات المناسبة في الوقت المناسب منعا لتدهور النوعية المائية.
 - الكشف عن بؤر ونقاط التلوث التي من الممكن أن تؤثر سلباً على نوعية المياه.
 - تحديد المصادر المائية التي تحتاج إلى معالجة ودراسة متكاملة لحمايتها من التلوث وتنميتها وإيجاد الحلول المناسبة للحفاظ عليها.
 - إيجاد قاعدة معلومات وبيانات دقيقة متكاملة وموثقة لكل مصدر مائي.

- رصد المصادر قبل وبعد المعالجة لإيجاد قاعدة بيانات شاملة ومعلومات كافية لصلاحية وجودة المصدر المائي تخدم صانع القرار.
- تحديد جودة أي مصدر مائي بعد انسيابه وتدفعه في الشبكات المائية.

5 - 2. أنواع برامج مراقبة نوعية المياه

Types of Monitoring Programs for Water Quality

تتعدد ببرامج مراقبة نوعية المياه باختلاف مصدر الماء ومكان وجوده واختلاف طبيعته والغرض المطلوب من الرقابة. وعموما البرامج الآتية هي أشهر البرامج المنفذة لمراقبة جودة الماء:

- برامج مراقبة المياه السطحية كمياه الأنهار والترع والقنوات المائية والبحيرات والبحار والمحيطات.
- برامج مراقبة المياه الجوفية كمياه الآبار الجوفية والخزانات والمستودعات الجوفية.
- برامج مراقبة مياه محطات ووحدات المعالجة لمياه الشرب ووحدات الضخ والتوزيع.
- برامج مراقبة خزانات المياه العامة وخزانات المنازل.
- برامج مراقبة المياه المعبأة.
- برامج مراقبة المياه الخاصة بشكاوي العملاء من جودة الماء.
- البرامج الخاصة بالمناطق النائية والمنعزلة.
- برامج مراقبة المياه في حالات الطوارئ والكوارث.

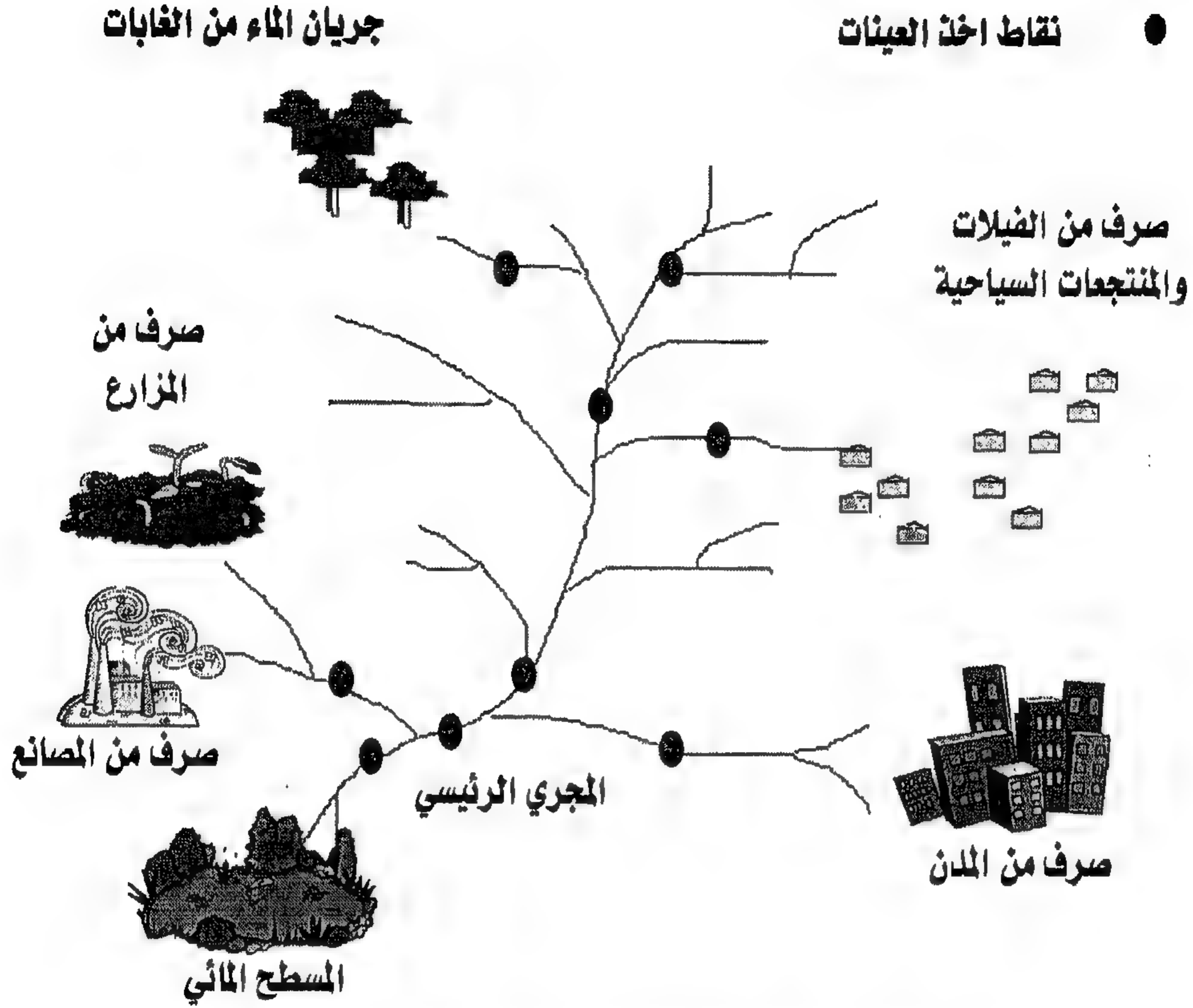
1. برامج مراقبة المياه السطحية

وهي تشمل برامج مراقبة لنوعية وجودة الماء السطحي كمياه الأنهار والترع والقنوات المائية والبحيرات والبحار والمحيطات سواء كان الماء سوف يستخدم كمياه للشرب بعد معالجته أو يستخدم في الاستخدامات الأخرى كالري والزراعة والترفيه والسياحة والعلاج والاستشفاء وغيرها من مجالات الاستخدام. وتشمل برامج المراقبة العمليات الآتية :

- المراقبة البصرية للأنشطة البشرية المجاورة للمسطح المائي، ومنع صرف أي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة البشرية (كالمخلفات البشرية في مياه الصرف الصحي) قبل معالجتها إلى المسطح المائي.
- رصد الأنشطة المائية البحرية والنهرية كحركة السفن داخل المسطح المائي وما يتبعها من مخلفات يمكن أن تصيب المسطح بالتلوث، ومنع صرف أي مخلفات سائلة قبل معالجتها إلى المسطح المائي.
- رصد الأنشطة الصناعية القائمة على المسطح المائي أو المجاورة له ورصد مياه الصرف الصناعي (كالمخلفات الصناعية السائلة) المتخلفة عن تلك الأنشطة لمنع صرف أي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة الصناعية قبل معالجتها إلى المسطح المائي.
- رصد الأنشطة الزراعية المجاورة للمسطح المائي ورصد مياه الصرف الزراعي المتخلفة عن تلك الأنشطة لمنع صرف أي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة الزراعية قبل معالجتها إلى المسطح المائي.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الروتينية والدورية لعينات من مياه المسطح المائي في مواقع مختلفة (على المجري الرئيسي والمجري الفرعية) لرصد أي ملوثات يمكن أن تصيب هذا المسطح.

الفصل الخامس

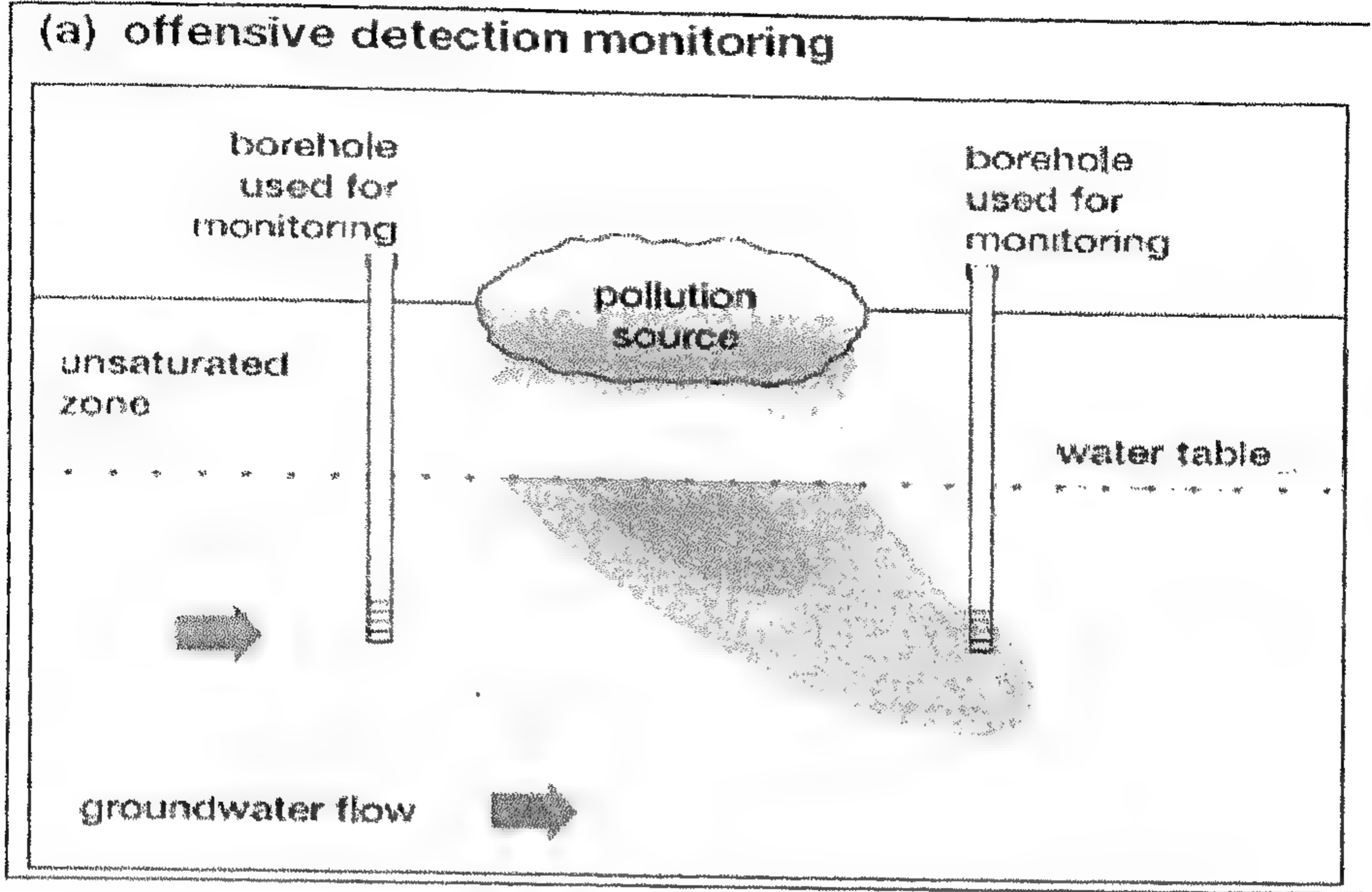
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الروتينية والدورية لعينات من الرواسب القاعية للمسطح المائي في مواقع مختلفة (علي المجري الرئيسي والمجري الفرعية) لرصد اي ملوثات يمكن ان تصيب هذا المسطح.



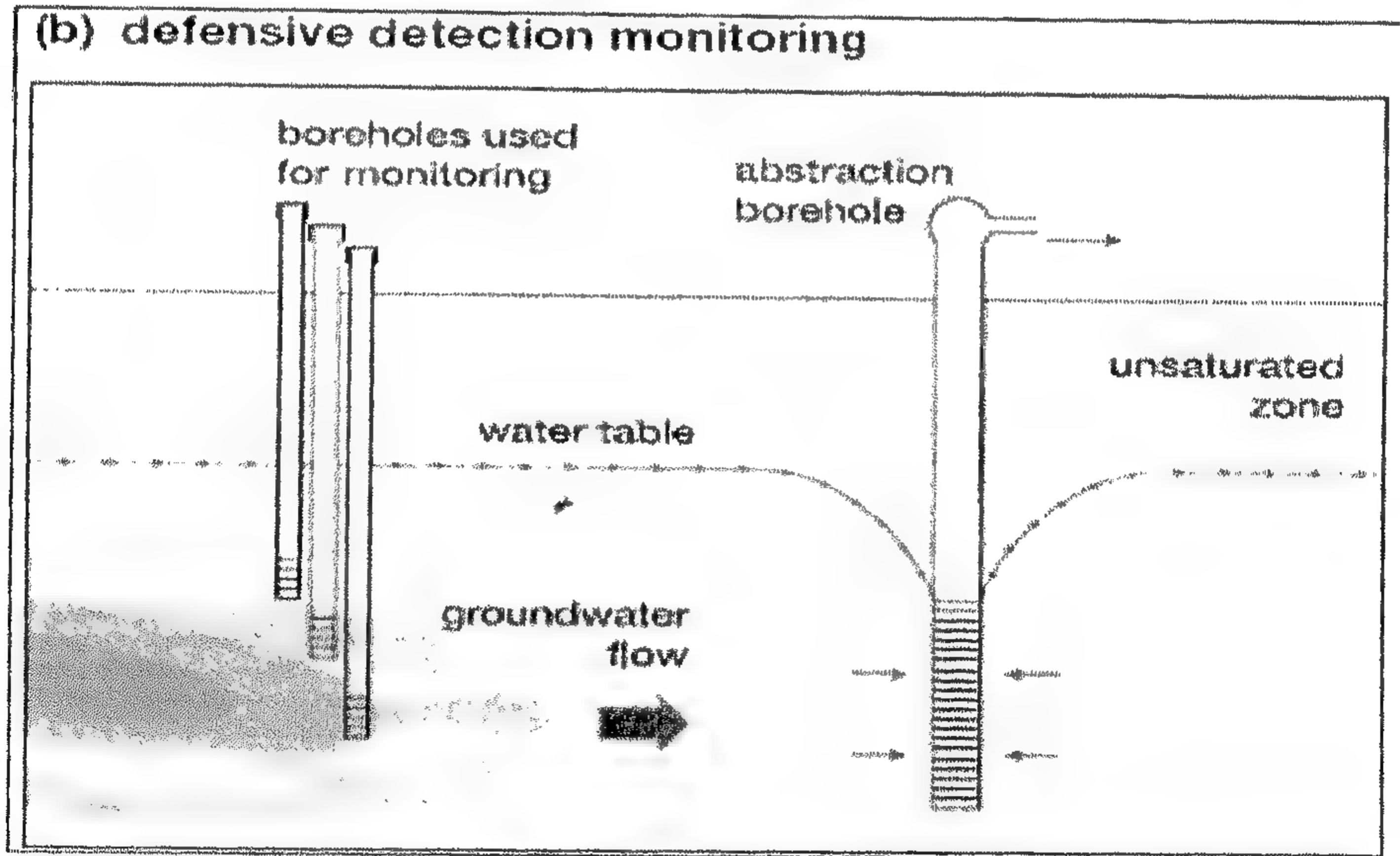
شكل 5 - 1 مخطط للمصادر المختلفة لتلوث المسطحات المائية يتضح فيها اختلاف المصادر واختلاف نوعية الملوثات وكمياتها ونقاط اخذ العينات

وهي تشمل برامج مراقبة لنوعية وجودة الماء كمياه الآبار الجوفية والخزانات والمستودعات الجوفية. وسواء كان الماء سوف يستخدم كمياه للشرب بعد معالجته أو يستخدم في الاستخدامات الأخرى كالري والزراعة والترفيه والسياحة والعلاج والاستشفاء وغيرها من مجالات الاستخدام. وتشمل برامج المراقبة العمليات الآتية :

- المراقبة البصرية للأنشطة البشرية في المنطقة المحيطة بالخزان الجوفي، ومنع صرف أي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة البشرية (كالمخلفات البشرية في مياه الصرف الصحي) قبل معالجتها في التربة المحيطة بالخزان الجوفي بمسافة كافية لمنع وصول التلوث من خلال التربة للخزان الجوفي.
- حفر آبار رصد لمراقبة نوعية المياه واخذ عينات من تلك الآبار وتحليلها كيميائياً وبكتيريولوجياً.
- عمل مسح صحي بيئي للتأكد من عدم وجود مصادر تلوث بحرم البئر الجوفي وإزالة هذه المصادر فوراً أن وجدت.
- رصد الأنشطة الصناعية في المنطقة المحيطة بالخزان الجوفي ورصد مياه الصرف الصناعي (كالمخلفات المختلفة في المخلفات الصناعية السائلة) المتخلفة عن تلك الأنشطة لمنع صرف أي مخلفات سائلة ناتجة عن الأنشطة الصناعية قبل معالجتها في التربة المحيطة بالخزان الجوفي بمسافة كافية لمنع وصول التلوث من خلال التربة للخزان الجوفي.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الروتينية والدورية لعينات من مياه الخزان الجوفي لرصد أي ملوثات يمكن أن تصيب هذا الخزان.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الروتينية والدورية لعينات من التربة المحيطة بالخزان الجوفي لرصد أي ملوثات يمكن أن تصل للخزان من التربة المحيطة به.



مخطط مبسط لرصد تلوث الماء الجوفي بحفر آبار رصد لمراقبة نوعية المياه بأسلوب الرصد التقليدي



مخطط مبسط لرصد تلوث الماء الجوفي بحفر آبار رصد على أعماق مختلفة لمراقبة نوعية المياه بأسلوب الرصد الوقائي

3 - برامج مراقبة مياه محطات ووحدات المعالجة لمياه الشرب ووحدات الضخ والتوزيع .

حيث يتم مراقبة جودة ونوعية المياه التي سوف تستخدم للأغراض المختلفة بعد معالجتها في وحدات لمعالجة المياه ومراقبة نوعية الماء في خزانات المياه التي سوف يضخ من خلاله إلى المستهلكين وأيضاً مراقبة جودة الماء خلال شبكة توزيع الماء . وتشمل برامج المراقبة العمليات الآتية :

- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من الماء الخام الداخل إلى محطة المعالجة والذي سوف تتم معالجته .

- الفحوصات والاختبارات التحليلية لعينات من مراحل المعالجة المختلفة للتأكد من كفاءة وحدات المعالجة في تنقية ومعالجة الماء .

- الفحوصات والاختبارات والدورية لعينات من المياه المعالجة الناتجة من وحدات المعالجة للتأكد من كفاءة المحطة ككل في التخلص من الملوثات الموجودة في الماء وكفاءة عمليات تنقية ومعالجة وتطهير المياه .

- الفحوصات والاختبارات التحليلية لعينات من شبكة الضخ والتوزيع للتأكد من سلامة الماء المعالج وضمان عدم تلوثه أثناء مرحلة الضخ والتوزيع .

- التأكد من وجود إشراف فني ومعملي على أعلى مستوى بعمليات تنقية المياه في جميع ورديات العمل الصباحية وما بعد الظهرية والمسائية ولا تترك في أيدي عمالة غير فنية وخاصة في ورديات العمل غير الصباحية .

4 - برامج مراقبة خزانات المياه العامة وخزانات المنازل .

في بعض الحالات تلي مرحلة الضخ والتوزيع تخزين المياه في خزانات للمياه تسمى خزانات المياه العامة يستطيع المواطنون الحصول على احتياجاتهم من الماء من تلك الخزانات . وقد يقوم المواطنون بتخزين المياه داخل المنازل في خزانات خاصة تعرف بخزانات المنازل .

وقد يحدث تلوث للماء أثناء تخزينه في مستودعات التخزين كالخزانات الأرضية والعلوية سواء كانت خزانات عامة أو خزانات منزلية التي تصنع غالبا من الخرسانة أو البلاستيك أو الفيرجلاس أو الحديد.

وغالبا يحدث تلوث للخزانات العامة والمنزلية نتيجة لأحد الأسباب التالية :

• المياه التي تغذي الخزان ملوثة سواء كانت من الشبكة العامة أو عن طريق الواقيات.

• وجود شقوق وشروخ بجدران الخزان أدت إلى رشح مياه أو مياه الصرف الصحي (البيارات) إلى داخل الخزان.

• عدم وجود غطاء للخزان أو وجود غطاء مع عدم إحكام الغلق أو وجود فتحات بالمنطقة المحيطة بالغطاء مما نتج عنه دخول حشرات أو قوارض أو قاذورات أو مياه ملوثة إلى داخل الخزان.

وتؤخذ عينات بصفة دورية من الخزانات الأرضية والعلوية ومن الصنابير بالإضافة إلى أخذ عينات من مصادر المياه التي تغذي هذه الخزانات (من الشبكة العامة أو الآبار). وتشمل برامج المراقبة لخزانات المياه العامة ولخزانات المنازل العمليات الآتية :

- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من الماء الداخل إلى الخزان العام (الماء المغذي للخزان) للتأكد من سلامة الماء الوارد إلى الخزانات العامة وضمان خلوه من الشوائب والملوثات خاصة الملوثات من الممرضات والكائنات الحية الدقيقة.

- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من ماء الخزان العام نفسه للتأكد من سلامة الماء داخل الخزان وضمان خلوه من الشوائب، وعدم وصول الملوثات إليه، وعدم نمو الملوثات البيولوجية داخله، وعدم تفاعل مادة الخزان مع الماء مسببة تلوثه وتغيره.

مراقبة نوعية المياه

- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من الماء الخاص بالشبكة الموصلة لخزانات المنازل لضمان سلامة الشبكة وسلامة جودة الماء الوارد المغذي إلى الخزانات المنزلية.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من ماء الخزان المنزلي نفسه للتأكد من سلامة الماء داخل الخزان وضمان خلوه من الشوائب، وعدم وصول الملوثات إليه، وعدم نمو الملوثات البيولوجية داخله، وعدم تفاعل مادة الخزان مع الماء مسببة تلوثه وتغيره.
- الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من ماء الصنبور للتأكد من سلامة الماء الخارج من الخزان وضمان عدم تلوث الشبكة المنزلية داخل المنزل وسلامة كافة الصنابير.

5 - برامج مراقبة المياه المعبأة.

- مياه الشرب المعبأة هي مياه يتم معالجتها كيميائياً بإحدى الطرق المتعارف عليها لتقليل تركيز مكوناتها الكيميائية لتصبح ضمن الحدود المقررة لمياه الشرب المعبأة والواردة بالمواصفات القياسية المحلية والدولية لمياه الشرب المعبأة. ومياه الشرب المعبأة هي مياه نقية طبيعية ومعالجة أو معاملة صالحة للاستهلاك الادمي ويتم تعبئتها في عبوات مختلفة الأشكال والأحجام. وتشمل برامج المراقبة علي مياه الشرب المعبأة المراقبة داخل مصانع صناعة هذه المياه واخذ عينات من المياه المنتجة من الاسواق لفحصها كيميائيا وجرثوميا. ويتم ذلك من خلال العمليات الآتية:
- فحص مصدر الماء المغذي للمصنع كيميائيا وبكتيريولوجيا والتأكد من أنه مصدر نقي وغير ملوث وبعيدة عن مصادر التلوث.
 - أخذ عينات يومية من مصدر المياه العمومي للمصنع (إن وجد) أو من المياه الواردة للمصنع بواسطة سيارات النقل المخصصة لمياه الشرب لفحص المياه

بكتيرولوجيا وكيميائيا للتأكد من صلاحيتها للاستهلاك ومطابقتها للمواصفات القياسية المقررة.

- فحص خزانات المياه وأنابيب الضخ وأجهزة تغطية الزجاجات جرثوميا والتأكد ان كل هذه الأماكن يتم غسلها وتعقيمها بصورة دورية يومياً ببخار الماء أو بمحلول الكلور بتركيز 200 جزء في المليون لمدة 20 دقيقة أو 100 جزء في المليون لمدة 30 دقيقة ثم يغسل بعد ذلك بماء نظيف حيث تكون في حالة نظيفة دائماً، والتأكد من إجراء عمليات الصيانة اللازمة لها.
- فحص خزانات سيارات نقل المياه، وفحص فتحات هذه الخزانات من حين لآخر، مع أخذ عينات للفحص الجرثومي.
- فحص العبوات واغطيتها والتأكد من انها مصنعة من مواد صحية ليس لها تأثير على المياه أو صحة الإنسان.
- القيام الفحوصات والاختبارات التحليلية الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لعينات من المياه المنتجة داخل المصنع بصورة دورية طبقاً لما تنص عليه المواصفات القياسية.
- يتم أخذ عينات من المياه من العبوات الموضوعة في المستودع أو من خط الإنتاج عشوائياً بطريقة صحيحة تمثل جميع الظروف (التعبئة والإنتاج والتخزين). على أن يكون عدد الزجاجات المرسلة للتحليل كما هو موضح بالجدول التالي :-

عدد الزجاجات المرسلة للتحليل

عدد العينات التي يجب فحصها في الشهر	عدد الزجاجات المنتجة في الشهر
1	1 - 1000
2	1001 - 5000
3	5001 - 10.000
4	10.001 - 15.000
5	15.001 - 25.000
6	25.001 - 35.000
7	35.001 - 50.000
8	50.001 - فما فوق

- تطبق مراقبة المياه المعبأة في مصانع إنتاج مياه الشرب أيضا علي مصانع الصلج التي تنتج ثلج صالح للاستهلاك الآدمي والنتاج من تجميد المياه الصالحة للشرب والمطابقة للمواصفة القياسية المحددة. ويراعي الاشتراطات الآتية عند اخذ العينات :

- أن تتخذ الاحتياطات اللازمة لحماية العينات والأدوات والأوعية المستخدمة في حفظها من أي تلوث.
- أن تكون أوعية العينات ذات فوهة واسعة ومصنوعة من الزجاج أو من أي مادة أخرى مناسبة وأن تكون نظيفة وجافة وذات أغطية مناسبة.
- أن تؤخذ العينات بطريقة عشوائية باستخدام الأدوات المناسبة لتكسير أو تقطيع قوالب الثلج على أن تؤخذ عينات الاختبارات الجرثومية أولاً وأن تكون الأدوات والأوعية المستخدمة في أخذها معقمة.
- أن توضع العينات الخاصة بالكشف عن العناصر المشعة في أكياس من بلاستيك عديد الإثيلين على أن يتم فحص العينات بعد أخذها مباشرة.

- ألا يقل حجم عينة الاختبار عن 2 كجم للاختبارات المشعة والفيزيائية، 1 كجم للاختبارات الميكروبيولوجية، 1 كجم للكشف عن العناصر المشعة.
- أن تنقل عينة الاختبار بطريقة مناسبة تمنع أي تلوث وبحيث تصل إلى المختبر تامة التجميد.

6 - برامج مراقبة المياه الخاصة بشكاوي العملاء من جودة الماء.

العملاء المستخدمين والمستهلكين للماء قد يشتكون من جودة الماء من حيث الطعم أو الرائحة أو اللون أو وجود ملوثات أو شوائب أو ظهور أعراض مرضية عليهم نتيجة لاستخدام الماء سواء كان هذا الماء من الشبكة العمومية أو من الخزانات العمومية أو من خزانات المنزل أو كان ماء معبأ. وتشمل برامج مراقبة المياه الخاصة بشكاوي العملاء من جودة الماء الآتي:

- فحص مصدر الشكوي واخذ عينات منه لفحصها بكتيريولوجيا وكيميائيا والتأكد من صلاحية الماء للاستهلاك الآدمي.
- فحص مصدر الماء المغذي للماء مصدر الشكوي بكتيريولوجيا وكيميائيا والتأكد من خلو المصدر من أي مصدر للتلوث.
- اخذ عينات بصورة دورية من صنابير المنازل للمستهلكين لفحصها بكتيريولوجيا وكيميائيا والتأكد من صلاحية الماء للاستهلاك الآدمي.

7 - برامج مراقبة المياه في حالات الطوارئ والكوارث

- توجد بكل مدينة أو تجمع سكني خزانات أو آبار للماء عند حدوث طوارئ تسمى خزانات أو آبار الطوارئ وتشمل عمليات مراقبة تلك المستودعات ما يلي:
- تحصر آبار الطوارئ وتقدر كميات المياه الممكن تصريفها منها ويراعى أن تكون الآبار متواجدة في أماكن متفرقة من المدينة وخارج العملية الأصلية.
 - تؤخذ عينات مياه من هذه الآبار لفحصها كيميائيا وبكتيريولوجيا للتأكد من صلاحيتها للشرب.

- التأكد من وجود العدد الكافي من ماكينات الضخ اللازمة لهذه الآبار وصلاحياتها للعمل.
- التأكد من خلو مواقع هذه الآبار من مصادر التلوث.
- وبالنسبة لحالات الطوارئ والكوارث الطبيعية كما في معسكرات معسكرات اللاجئين ومناطق الإيواء التي يتم مد إليها مصادر للماء فان عمليات المراقبة تشمل ما يلي:
- التأكد من سلامة المياه وصلاحياتها للإستهلاك الآدمي بأخذ العينات للفحص البكتريولوجي ومسببات الأمراض.
- التأكد من وجود كلور متبقى لا يقل عن 0.5 جزء في المليون.
- إنشاء مجموعات حنفيات موزعة في المعسكرات ومناطق الإيواء لتيسير الحصول على المياه وإيجاد طريقة لصرف المياه العادمة.
- أما في حالات عدم توفر مورد مياه عام فانه يراعي:
- ينظر في إنشاء بئر جوفى أو أكثر وتتخذ الإجراءات اللازمة نحو التأكد من سلامة المياه وتطهير البئر.
- يفضل إضافة كلور للمياه منعا لانتشار الأمراض.
- حصر موارد المياه الخاصة القرية (إن وجدت) والتأكد من صلاحيتها للاستخدام الآدمي وتوجيه المقيمين لاستخدام المياه التي ثبتت صلاحيتها وخلوها من مسببات الأمراض.
- في حالة تعذر الحصول على مياه من موارد عامة أو خاصة قرية تتخذ الإجراءات نحو نقل المياه الصالحة للإستهلاك الآدمي إلى المعسكرات ومناطق الإيواء وتتخذ الاحتياطات الخاصة بتطهير ناقلات المياه وتعقيم المياه المنقولة بمركبات الكلور بحيث لا يقل الكلور المتبقى بالمياه عن 0.5 جزء في المليون بعد فترة تلامس داخل المياه المنقولة لا يقل عن 30 دقيقة قبل السماح بتوزيعها على الأهالي.

8 - برامج مراقبة المياه عند حدوث الأمراض والأوبئة

عند تفشي مرض أو وباء معين داخل مدينة أو قرية أو إقليم معين وخاصة إذا كان هذا المرض من الأمراض المتعلقة بالماء فإن أول القواعد المتبعة هي التأكد من سلامة وجودة الماء داخل المنطقة الموبوءة وعمل برامج صارمة لمراقبة المياه لمنع زيادة تفشي الأمراض عن طريق حدوث تلوث للمياه، ومن أهم الإجراءات والبرامج المتبعة في هذه الحالات :

- التقصى الوبائى للحالات المرضية لمعرفة مصدر العدوى .
- المسح البيئى للتعرف على مصادر الشرب عامة أو خاصة .
- طرق التخلص من المخلفات الآدمية (مياه المجارى) - القمامة - طفح مجارى - مصارف ومصادر تلوثها - أماكن بيع المشروبات المثلجة والطعام - أماكن بيع الثلج ومصدره - حصر الخزانات العامة والخاصة . مجموعات حنفيات المياه المجانية - الطلمبات الحبشية - أعمال حفر أو إنشاءات - تغيير خطوط مياه بالشبكة - كسور مواسير المياه أو وصلات المنازل - وجود خطوط مياه ممتدة بجوار المصارف أو مغطاه بمياه المصارف أو طفح المجارى .
- التعرف على مصدر مياه الشرب بمنازا الحالات المرضية .
- أخذ عينات مياه للفحص البكتريولوجى (المجموعة القولونية - باسيل القولون النموذجى - واللبكتريا مسبب المرض المنتشر بين الأهالى) من :
 - (1) طرد العملية مع قياس الكلور المتبقى .
 - (2) من الشبكة مع قياس الكلور المتبقى .
 - (3) من البئر الجوفى (أن وجد) والشبكة .
 - (4) من خزانات المياه أعلى المنازل (أن وجد) .
 - (5) من مصادر مياه الشرب فى منازل الحالات المرضية .
 - (6) من مياه المصارف .

- (7) عينات الثلج.
- (8) من المناطق التي بها كسور بالشبكة أو وصلات المنازل.
- (9) من الترع أو المجارى المائية العذبة.
- (10) من مآخذ عملية تنقية المياه المرشحة.
- (11) من أماكن إعداد المشروبات المثلجة والآيس كريم.

• متابعة نتائج العينات معمليا

أهم الإجراءات التي تتخذ :

سوف تبين نتائج عينات المياه علاقة المرض أو الوباء بمياه الشرب ولكن نتخذ الإجراءات الآتية العاجلة وهى :

- (1) إصلاح الكسور ووصلات المنازل فوراً
- (2) تطهير مياه مآخذ عملية المياه بمسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم.
- (3) إضافة كلور مبدئى للمياه الداخلة إلى عملية تنقية المياه بجرعة لا تقل عن 6 جم /م³ ولا يقل الكلور المتبقى فى طرد العملية عن 2 دزء فى المليون وفى الشبكة لا يقل عن 0.5 جزء فى المليون.
- (4) تطهير البئر الجوفى (أن كان هو مصدر) والخزان العلوى والشبكة وإضافة كلور غاز للمياه الخارجة من البئر الجوفى إلى الشبكة.
- (5) إزالة أكوام القمامة وكسح طفح المجارى - ورش أماكنها بمحلول مركز من مسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم يوميا.
- (6) زيارة مصنع الثلج الذى يمد المنطقة به والتأكد أن مياه تصنيع الثلج مطابقة للمعايير البكتريولوجية أو عند ثبوت تلوث هذه المياه بمسبب المرض.
- (7) أخذ عينات مياه معبأه ممثلة لجميع الشركات المنتجة والمشروبات وفحصها بكتريولوجيا ولمسبب المرض. واتخاذ الإجراءات فى حالة عدم المطابقة للمعايير البكتريولوجية المقررة.

8) إتخاذ الإجراءات الوقائية الأخرى طبقا للتعليمات مثل المخالطين أو التوسع فى أخذ المسحات بين الأهالي والمخالطين..... الخ.

9 - الاجراءات المتبعة عند تلوث مصادر الماء العذب بمياه الصرف الصحي (مياه المجارى)

1) وقف ضخ مياه المجارى إلى المجرى المائى العذب فوراً وتحويل مياه المجارى إلى أقرب مصرف وسرعة إصلاح الأعطال بمحطة تنقية المجارى .

2) وضع الحواجز حول المآخذ لمنع تسرب المواد الطافية وجثث الحيوانات إلى مياه المآخذ.

3) وقف ضخ المياه من المآخذ ووقف تشغيل وحدات التنقية واتخاذ إجراءات غسيل وتطهير وحدات التنقية والشبكة.

4) بعد تطهير الشبكة يمكن ضخ مياه الآبار الجوفية لتزويد الأهالي بالمياه بشرط أن تكون صالحة للاستهلاك الآدمي وأن يتم تعقيمها بالكlor داخل شبكات المياه وألا يقل الكلور المتبقى فى الشبكات عن 0.5 جزء فى المليون وتؤخذ عينات من الشبكة للتأكد من سلامة هذه المياه من الوجهة البكتيرية والكيميائية والطبيعية.

5) أخذ عينات من المجرى المائى ومآخذ عملية المياه وفحصها معملياً وكيميائياً وبكتريولوجياً وللضمان ومشروبات الأمراض والمحتوى البكتري (المجموعة القولونية - باسيل القولون النموذجى - الضمات - السامونيلا). وتؤخذ العينات تباعاً حتى تعود خواص مياه المآخذ إلى طبيعتها قبل التلوث.

6) يمكن تطهير مياه المآخذ والمجرى المائى بإضافة كميات محسوبة من مسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم لأكسدة المواد العضوية وقتل مسببات الأمراض.

7) يعاد تشغيل عملية تنقية المياه عند التأكد من عودة مياه المآخذ إلى خصائصها الطبيعية والكيميائية والبكتيرية قبل التلوث وبشرط إضافة كلور مبدئى للمياه العكره الداخلة إلى وحدات التنقية بجراعات لا تقل عن 4 ~ 6 جم / م³ وألا

يقل الكلور المتبقى في طرد العملية عن 2 جزء في المليون وفي الشبكة لا يقل عن 0.5 جزء في المليون .

8) تتابع عملية المياه بأخذ العينات من وحدات التنقية والشبكة وفحصها بكتريولوجيا وللضمانات ومسببات الأمراض الأخرى كالسالمونيلا مع قياس الكلور المتبقى يوميا في طرد العملية وفي إنحاء متفرقة من الشبكة.

10 - الإجراءات المتبعة عند تلوث مصادر الماء العذب بمياه الصرف الصناعي

- تتبع نفس الخطوات السابقة المتبعة عند تلوث مصادر الماء العذب بمياه الصرف الصحي
- أخذ العينات من المجرى المائي والمآخذ لفحصها كيميائيا للتعرف على المواد العضوية والمواد الكيميائية والمواد الملونه والسامة والمعادن الثقيلة والمبيدات الحشرية بالإضافة إلى الخصائص الطبيعية والميكروبيولوجية ودرجة التركيز الأيوني للأيدروجين .
- تؤخذ العينات تباعا حتى تعود المياه بالمجرى المائي والمآخذ إلى حالتها الطبيعية قبل التلوث .
- يعاد تشغيل عملية التنقية بعد إزالة جميع الملوثات وعودة المياه بالمآخذ إلى طبيعتها الأصلية .

مثال لجمع العينات من أحد المجاري المائية

تجمع عينات بصفة دورية من المجاري المائية للتأكد من خلوها من التلوث بمياه الصرف الصناعي ولكشف كافة الممارسات البيئية الغير سليمة والمخالفات البيئية التي تقوم بها الهيئات والأفراد ضد المجرى المائي .

الفصل الخامس

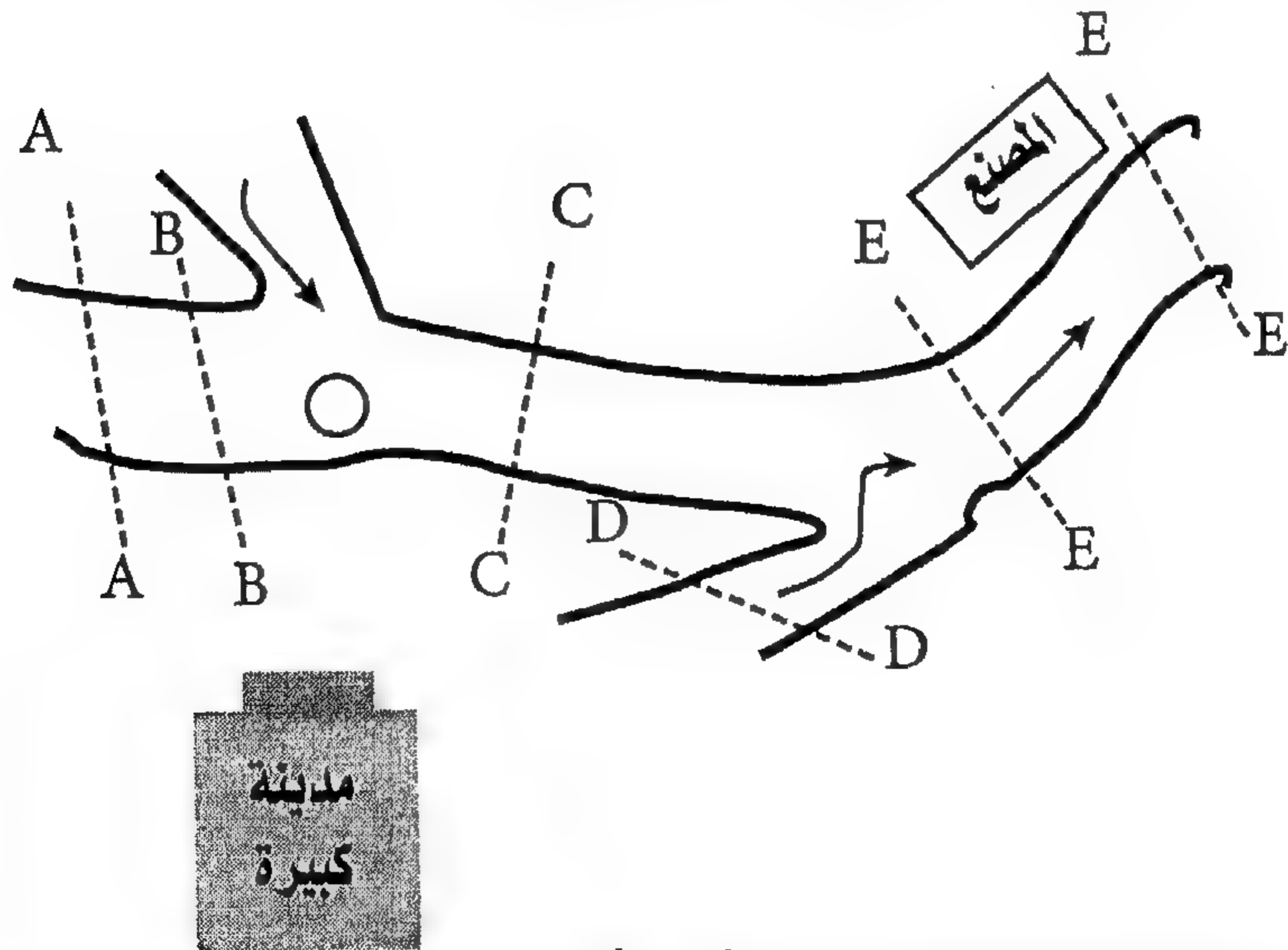
يعتمد اختيار محطات ومواقع جمع العينات علي المجري المائي المراد أخذ العينات منه لمعرفة مدى سلامة أو تلوث مياهه علي ما يلي :

- توافر وسائل الأمان في الموقع .

- سهولة القيام بعملية جمع العينات في الموقع .

نقاط جمع العينات أو موقع المحطات لابد ان تغطي المناطق الآتية كما يبين الشكل التالي:

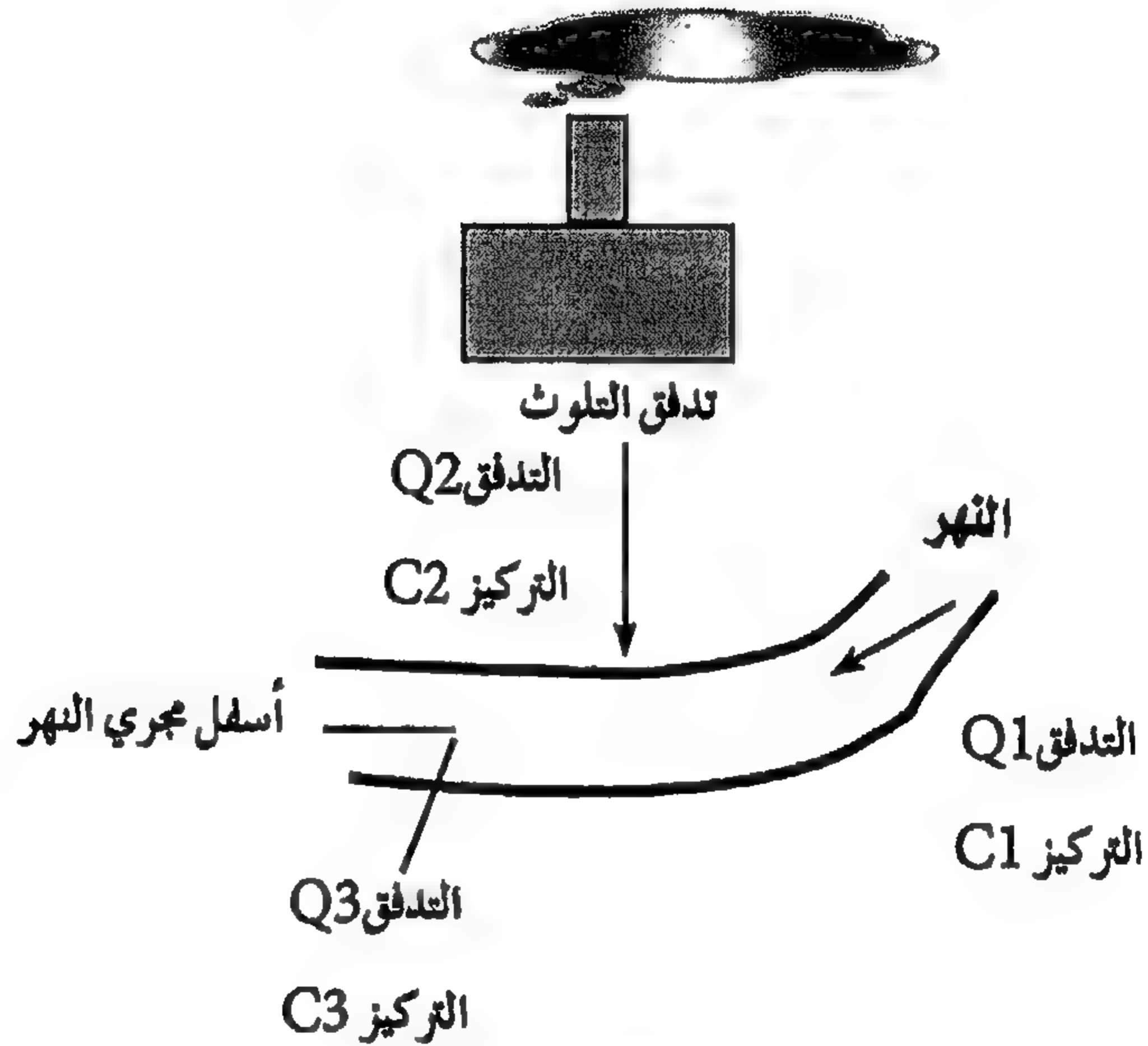
- محطات قياس معدل تدفق المجري المائي (النهر مثلاً) .
- جمع عينات من مصدر النهر نفسه لتعيين جودة ونوعية مياهه A A .
- موقع لجمع العينات من المدن الكبيرة في اتجاه مجري النهر CC
- موقع لجمع العينات عند التقاء الروافد والنهر الرئيسي (D - D ، E - E) .
- نقطة مصرف الماء للمياه المزودة للتجمعات السكنية في المدن (B - B) .
- موقع لجمع العينات عند نقط صرف الصناعات الكبيرة ، المتوسطة أو الصغيرة التي تسبب تلوث المياه (F - F) .
- أماكن السباحة وأماكن الترفيه .
- نقاط كثيرة من نقاط الري بمياه النهر .



مواقع جمع العينات علي مجري أحد الأنهار

أمثلة لتحديد درجة التلوث لأحد المياه المستقبلية للصرف الصناعي

يمكن تحديد درجة التلوث الذي تحدثه أحد المنشآت الصناعية التي تصرف صرفا صناعيا علي المياه المستقبلية وتقييم كمي لتأثير صرف الملوثات علي المياه المستقبلية وأول خطوة في ذلك هو تحديد إتزان الكتلة. من خلال الشكل التالي والذي يبين صرف وتدفق للملوثات إلى أحد الأنهار فإنه من الممكن تحديد تركيز الملوثات أسفل مجري النهر، نفترض الخلط التام مع المحافظة علي الكتلة.



مخطط لمفهوم إتزان الكتلة الخاص بتلوث أحد الأنهار من أحد المصانع

من خلال المعادلة:

$$Q1 \times C1 + Q2 \times C2 = Q3 \times C3$$

حيث أن

Q1 هو تدفق النهر .

C1 هو تركيز الملوثات في تدفق النهر .

الفصل الخامس

- Q2 هو تدفق الملوثات المصروفة من المصنع علي النهر .
C2 هو تركيز الملوثات المصروفة من المصنع علي النهر .
Q3 هو تدفق أسفل النهر (التدفق بعد صرف و خلط الملوثات مع النهر) .
C3 هو تركيز الملوثات أسفل مجري النهر (التركيز بعد صرف و خلط الملوثات مع النهر) .

فان مجموع التدفق إلى نقطة معينة يساوي مجموع التدفق الخارج منها هذا يعني أن :

$$Q3 = Q1 + Q2$$

إذا C3 هو تركيز الملوثات أسفل النهر (التركيز بعد صرف و خلط الملوثات مع النهر) يمكن حسابه بسهولة .
اعتماد علي طبيعة الملوث فانه من الممكن حساب التركيزات في النقاط أسفل مجري النهر بعد صرف و تدفق الملوثات .

مثال عملي 1

تدفق لمجري النهر يبلغ 0.1 م³ في الثانية وتركيز الكلوريد يبلغ 52 مجم/لتر
استقبل صرف مياه من المانجم بتدفق يبلغ 0.025 م³ في الثانية وتركيز الكلوريد يبلغ 1250 مجم/لتر .

عن طريق إتزان الكتلة فان :

$$0.1 \times 52 + 0.025 \times 1250 = (0.1 + 0.025) \times \text{تركيز الكلوريد أسفل مجري النهر}$$

ومن ثم فان تركيز الكلوريد أسفل مجري النهر = $0.125 / (5.2 + 31.25) = 291.6$ مجم/لتر .

من المهم ذكر ان الكلوريد ملوث غير قابل للانحلال ، ولكن اذا كان الملوث قابل للانحلال والتحلال فان تركيزه أسفل مجري النهر سوف يقل نتيجة للتحلل والاضمحلال .

مثال عملي 2

ما هي درجة حرارة مياه مصنع يصرف 5 متر مكعب / ثانية علي نهر إذا كانت درجة حرارة مياه النهر 5 مئوية وتصريفه 30 متر مكعب / ثانية، ودرجة حرارة النهر بعد المزج بمياه المصنع لا تزيد عن 8 مئوية.

تمثل المعادلة التالية العلاقة بين تصريف المياه من مصنع ومياه النهر الذي تقذف إليه المخلفات، ودرجة حرارة مياه المخلفات المصنع ومياه النهر، ودرجة حرارة مياه النهر بعد مزجه بمياه مخلفات المصنع.

$$Q_1 T_1 + Q_2 T_2 = (Q_1 + Q_2) T$$

حيث أن Q_1 و Q_2 تصريف مياه المصنع والنهر علي التوالي م³ / ثانية
 T_1 و T_2 درجة حرارة مياه المصنع والنهر علي التوالي درجة مئوية
 T درجة حرارة مياه النهر بعد مزجها بمياه المصنع درجة مئوية.
 • من المهم معرفة أنه عند وجود عدة مصانع قريبة من بعضها فانها تعد مصدر واحد لقذف المخلفات والمياه الحارة مما يزيد من خطر التلوث.

الحل :

$$Q_1 T_1 + Q_2 T_2 = (Q_1 + Q_2) T$$

$$5 \times T_1 + 30 \times 5 = (5 + 30) 8$$

$$T_1 = 280 - 150 / 5 = 26^\circ \text{C}$$

مثال عملي 3

مشروع طاقة كهربية يطلق تدفق يبلغ 27 قدم مكعب في الثانية في مجري نهر يبلغ تدفقه 186 قدم مكعب في الثانية. تركيز البورون المتدفق من مشروع الطاقة يبلغ 8.9 مجم/لتر بينما يبلغ تركيزه في النهر 0.051 مجم/لتر كم يبلغ تركيز البورون أسفل مجري النهر.

الفصل الخامس

عن طريق معادلة اتزان الكتلة فان :

$$186 \times 27 + 8.9 \times 0.051 = (186 + 27) \times \text{تركيز البورون أسفل مجري النهر}$$

ومن ثم فان تركيز البورون أسفل مجري النهر =

$$213 / (240.3 + 9.486) = 1.172 \text{ مجم/لتر}$$

محطات مراقبة التلوث الطارئ للمياه

تهدف محطات المراقبة والإنذار إلى الوقاية ضد التلوث الطارئ، الذي قد يهدد تزويد محطات التنقية أو مياه الأنهار أو الأحواض المائية، ويمكن إنشاؤها على مستوى الأنهار ومحطات معالجة المياه السطحية والأحواض المائية.

يجب أخذ العينات، بواسطة أجهزة تحليل أوتوماتيكية بشكل مستمر، بحث تسمح بمعرفة حالة جودة الماء في أي وقت، فانطلاقاً من معلومات معينة يزود بها نموذج معلوماتي، يقوم هذا الأخير، وبلاستناد إلى النظام الهيدروليكي للنهر، بحساب تطور البقعة الملوثة طيلة المدة التي استغرقتها بين محطة الإنذار ومأخذ الماء. وبهذا الشكل سنحصل على :

- الرسم البياني لمرور البقعة أمام مأخذ الماء.
 - زمن الوصول.
 - تغير تركيز المادة الملوثة بالموازاة مع تطور البقعة.
- تجهز محطات الإنذار عادة بمعدات لأخذ عينات من الماء باستمرار وفي أوقات محددة، تنقل بعد ذلك إلى المختبر لتستخدم عند الضرورة في تحديد الطبيعة الحقيقية للمادة الملوثة وفي اختبارات القابلية للمعالجة، أي أنها تحدد لكل مرحلة من مراحل المعالجة المعتمدة في العمل، طبيعة التخفيض الذي تتيحه في ما يتعلق بالتلوث، حسب نسب المعالجة المتوفرة وباستعمال الكواشف الخاصة بالآزمات، كمسحوق الفحم المنشط مثلاً.

بناء على ما يقدمه النموذج المعلوماتي واختبارات القابلية للمعالجة، يقرر المعمل التدابير التي يتم اتخاذها.

هكذا، يتم استغلال الوقت الذي يسبق وصول بقعة التلوث لتوفير أقصى ما يمكن من الماء، لملء خزانات الماء المعالج.

أما الفترة الثانية والممتدة بين وصول البقعة وحد تركيز المادة الملوثة الذي يعادل نسبة القابلية للمعالجة، فستستغل في توفير المزيد من الماء، لكن عبر المعالجة الخاصة بالآزمات. ومادامت المساحات الموجودة خلف البقعة هي الأكثر تلوثاً، فإنها تستعصي على المعالجة، وبالتالي فسيتم التزود بالماء، في هذه الحالة، انطلاقاً من الخزانات الاحتياطية والقنوات المشتركة مع الشبكات المجاورة.

يستطيع النموذج المعلوماتي حساب مدة فترة توقف المعمل هذه، وهو ما يسمح للموزع بالاستعمال الأمثل لرصيده الاحتياطي. وبعدما تخف نسبة التركيز وتهبط إلى ما دون مستوى القابلية للمعالجة، يتم إعادة تشغيل المعمل في إطار الأزمة إلى أن تزول بقعة التلوث.

يعتبر التحليل الدائم، أداة لتدبير الجودة تحتل اليوم مكانة ما فتئت تزداد أهميتها في المهن المرتبطة بالماء، لاسيما على مستوى وحدات المعالجة، كما يمكن اعتباره كذلك أداة للمراقبة، توفر قياسات تساهم في إغناء قواعد المعطيات المتعلقة بجودة الماء. فالتحليل الدائمة للماء استعمالات نذكر منها ما يلي :

- مستوى مصداقيتها، مقارنة مع قياسات المختبر.
 - الدقة والتكرار في المعطيات المحصل عليها.
 - تتبع جودة الماء في الزمن الفعلي.
- يمكن لهذه التقنية أن تشكل أداة مهمة يتم اعتمادها على مستوى محطات المعالجة التي تزود المدن الكبرى.

5 - 3. مراقبة جودة الماء عن طريق المسح البيئي لمصادر المياه

Water Quality Monitoring by Water Sources Environmental Scanning

المسح الصحى البيئى هى عملية تستهدف تقييم جميع العناصر البيئية والخدمات التى من الممكن أن تؤثر فى موارد المياه ومستوى الإصحاح البيئى وصحة المجتمع .
ويجب أن يقوم أفراد الجهاز الصحى القائمون على خدمات الصحة الوقائية وصحة البيئه بإجراء المسح الصحى البيئى لمنطقتهم وذلك من أجل : -
أولاً : توفير قاعدة بيانات واقعية لديهم تمكنهم من تقييم المستوى البيئى لموارد المياه والمرافق الصحية لمجتمعهم حتى يمكنهم التصدى لأى طارئ قد يتعرض لهم ، وأهم تلك البيانات : -

- (1) تعداد السكان فى المنطقه وعدد التجمعات السكانية ورسم خريطة للتوزيع السكانى فى المنطقة.
- (2) تحديد مصدر أو مصادر المياه للمنطقة.
- (3) مدى توافر شبكات التوزيع ونسبة تغطية المنازل بشبكات المياه وحالة الشبكات.
- (4) أسلوب حصول السكان على إحتياجاتهم من المياه . وهل يتم ذلك عن طريق وصول المياه إلى منازلهم أم إلى حنفيات عامة أم عن طريق التخزين أو المياه المنقولة.
- (5) كمية المياه المنتجة يومياً وهل تكفى جاحة السكان ومدى توافر المياه على مدار اليوم.

ثانياً : يجب أن يقوم المسئولون عن الرقابة على الإصحاح البيئى بزيارة مورد المياه للمنطقة وإجراء المراجعة البيئية على الطبيعة وذلك من أجل تحديد : -

- (1) نوعية المعالجة التى تتم للمياه.

(2) مدى مطابقة مصدر المياه للشروط الصحية من حيث الموقع - المأخذ - البعد عن مصادر التلوث.

(3) خطوات التنقية المتبعة للمياه.

(4) مدى توافر الشروط الصحية في بناء محطة التنقية ومطابقة المروقات والمرشحات للمواصفات الصحية.

(5) وجود الخزانات الأرضية والعلوية للمياه ومدى مطابقتها للشروط.

(6) نظافة محطة المعالجة وتوافر العمال اللازمة.

(7) مدى توافر مواد الترويق والتعقيم وصلاحية أجهزة إضافة الكلور والشبه

(8) الأطلاع على نظام الرقابة الداخلي بالمحطة ومدى تجهيز العمل بالمعدات اللازمة وتدريب أفرادهم ومدى المعلومات المتوفرة لديهم حول المعايير والمواصفات الصحية لمياه الشرب.

ثالثاً : لا يتم استكمال المسح البيئي لمورد المياه سوى بالأطلاع على حالة مياه المأخذ والمياه المنتجة ومدى مطابقتها للشروط الصحية والمعايير ولذلك يجب أن يقوم المكلف بالمسح بالإطلاع على نتائج العينات السابق تحليلها خلال العامين السابقين ثم يقوم بأخذ عينات وقت إجراء المسح وذلك للتحليل الكيميائي والبكتريولوجي للمطابقة للمعايير وذلك من المأخذ ومن طرد العملية.

رابعاً : يجب أن يتم المسح البيئي والمعاينة لمصادر المياه في وجود مندوب عن الجهة المنتجة للمياه او الوحدة المحلية كما يجب أن يتم بشكل منتظم وأن يتم ملئ الإستمارة الخاصة بإجراء المسح في الموقع وذلك لاستكمال تكافة البيانات وعدم إغفال أى نقطة كما يجب على القائم بالمسح تحديد مواطن الخطر والنقاط التي تحتاج إلى إصحاح وإخطار القائمين على إنتاج المياه بها في حينه وتحديد موعد الزيارة التالية لمتابعة إصحاح الموقف.

خامساً : عند المرور على محطات المياه الجوفية يجب تحديد حرم البئر بدقة وعدد الآبار الموجودة وعمق كل بئر وكمية تصريف المياه من كل بئر كما يجب تحديد التعديلات على حرم البئر إن وجدت ومعرفة سعة الخزانات العلوية وإستيفائها للشروط وإذا كانت مستخدمة أم لا ومعدل مرات الغسيل والتطهير للخزان . كما يجب أن تحتفظ المحطة بسجل يحدد فيه مواعيد وخطوات الغسيل والتطهير للخزان يوقع عليه من القائم بالمرور والمراجعة.

سادساً : يجب أن يشمل المسح البيئي لمصادر المياه المعلومات الكاملة عن الشبكة ويتم المرور على الشبكة وتفقد حالتها وقد يتم زيارة بعض المنازل فى مواقع متفرقة وسؤال المنتفعين عن حالة ومدى توافر المياه وساعات التشغيل سابعاً : يعد متابعة وتقييم خدمات الصرف الصحى مكماً للتقييم البيئى لمصادر المياه وذلك لما لتأثير التصريف الصحى للمياه العادمة على حالة المياه فى المجارى المائية وكذلك حالة المياه الجوفية.

لذلك يجب أن تحتفظ فى وحدات تقديم خدمات صحة البيئة بتقارير وافية عن حالة خدمات الصرف وحالة الإصحاح البيئى للمرافق الصحية بصفة عامة.

5 - 4. الرصد البيئى للموارد المائية في البلدان العربية [*]

Environmental Monitoring of Water Sources in Arab Countries

تهدف إدارة الموارد المائية إلى تحقيق الإستخدام المستدام للموارد المائية من خلال حماية وتحسين نوعيتها مع المحافظة على التنمية الإقتصادية والإجتماعية . ويتطلب تحقيق هذا الهدف إلى وجود تعريف دقيق لإحتياجات المجتمع ورغباته وكذلك تضافر كل الجهود لحماية الموارد المائية من التدهور . وتسمى هذه الإحتياجات بالقيم البيئية

[٥] الدليل التدريبي عن النواحي البيئية فى الإدارة المتكاملة للموارد المائية فى المنطقة العربية شبكات الرصد البيئى ٢٠٠٨

Environmental Values للمجرى المائي ومن الممكن أن تشمل على قيم لكل من مياه الشرب ، السباحة ، الصيد ، الترفيه ، الصناعات الغذائية المرتبطة بالزراعة فضلاً عن الحفاظ على النظام البيئي Ecological System.

ومن أجل الحفاظ على هذه القيم البيئية المطلوبة من المجتمع فقد تم وضع معايير وإرشادات نوعية المياه لتوفير وسيلة موضوعية للحكم على جودة المياه ويوجد الآن العديد من المراجع والإرشادات الخاصة بنوعية المياه نذكر منها على سبيل المثال 1992 ، ANZECC ، 1991 ، CCRM ، 1986 a ، USEPA . وعموماً فإن معظم هذه الإرشادات تبدو متشابهة الى حد ما في المنهج وفي القيم الحدية - Threshold Values التي يوصى بها.

1) أهمية شبكات الرصد والمسح البيئي في إدارة موارد المياه للبلدان العربية

معظم بلدان العالم تعاني من مشاكل التلوث في الموارد المائية لديها ، و البلدان العربية تعاني من ندرة المياه العذبة مما يعوق عمليات التنمية الاجتماعية والاقتصادية بها. بالإضافة إلى ذلك فإن تدهور نوعية المياه وزيادة معدلات التلوث بشكل مطرد في المجارى المائية الموجودة بهذه البلدان يحد من العديد من الاستخدامات الممكنة لموارد المياه العذبة. ويمكن تحديد مصادر التلوث الرئيسية للمياه العذبة وهي :-

- استنزاف الموارد وبخاصة غير المتجددة .
- الاستخدام الجائر لكل من الأسمدة والمبيدات الحشرية في العمليات الزراعية.
- التخلص من مياه الصرف الصحي والصناعي في الأنهار والبحيرات .
- وجود النفايات الصلبة على ضفاف المجارى المائية مما يسبب تسربات غير صحية الى المياه السطحية والجوفية وما قد ينتج عن ذلك من مخاطر صحية.
- وعلى الرغم من أن المواد الكيميائية السامة والنواتج من النفايات الصحية والصناعية ليست واسعة الانتشار في الوقت الحاضر في المنطقة العربية إلا

أن تزايد معدلات النمو الصناعى فى المنطقة وما يرتبط به من النفايات السائلة ستكون له عواقب أكثر خطورة على الصحة العامة والبيئة فى المستقبل .
وقد أدركت معظم البلدان فى المنطقة العربية حقيقة تدهور نوعية المياه ومدى الحاجة الى مواجهة هذا التحدى . و الجدير بالذكر أن بعض هذه الدول قد إتخذت خطوات لمعالجة تلوث المياه ومع ذلك فإنه يمكن ملاحظة أن عدداً كبيراً من القضايا والمشاكل المرتبطة بالتلوث غير واضحة بصورة كاملة وأن كثيراً من السياسات والإجراءات المتبعة فى بعض الحالات تبدو متجزئة أو مرحلية وبالتالي هى محدودة فى فعاليتها .

(2) أولويات الرصد البيئي

يعتبر تحديد هدف واضح لبرنامج الرصد خطوة هامة لضمان نجاحه ، حيث يعتبر أحد أهم العناصر المؤثرة على التكلفة ولذلك يجب فى البداية عمل تعريف واضح للمعلومات المطلوبة وأهداف الرصد . والمعلومات التى توفرها برامج الرصد جدول (1) تمثل أحد أهم العناصر التى تدعم إدارة موارد المياه فضلاً عن أهميتها للباحثين ولأصحاب المصالح المرتبطة باستخدامات المياه المختلفة . ويتطلب ذلك تخصيص ميزانيات مناسبة تسمح بتوفير المعلومة بجودة تلائم متطلبات الإدارة المستديمة لموارد المياه . ويتطلب ذلك مشاركة المسؤولين عن تخصيص الميزانيات والمسؤولين عن إدارة الموارد المائية فضلاً عن المستفيدين من المياه فى إعداد أهداف برنامج الرصد . وبعد تحديد نوع المعلومات المطلوبة يقوم مصممى برامج الرصد بتحديد آليات وإستراتيجيات برنامج المراقبة .

نوع المعلومات الواجب توافرها بالمنطقة العربية

الأولوية	نوع المعلومات المطلوبة
مرتفع منخفض	<ul style="list-style-type: none"> • تخطيط الموارد المائية . • إدارة الموارد المائية . • تقييم التوافق مع قوانين البيئة. • تحديد مشاكل التلوث والمناطق ذات الأولوية . • قياس فعالية برامج الحفاظ علي البيئة . • تحليل اتجاه نوعية المياه . • دراسة تراكم الملوثات في البيئة . • دراسة وتحديد أحمال التلوث . • النمذجة الرياضية لنوعية المياه .

يجب أن يتم تصميم نظم مراقبة البيئة من خلال وثيقة تصميم - Design Docu-ment تصف بدقة طرق التصميم لكل عناصر شبكة الرصد فضلاً عن أساليب التشغيل اليومية بما يسمح بأن يكون العائد من وراء الشبكة مقنعاً بالنسبة لصانعي القرار وخصوصاً الجهات التي ستقوم بالتمويل . ويساعد علم الإحصاء التطبيقي في توفير نهجاً منظماً لطرق التعامل مع أوجه عدم اليقين Uncertainty والتي يصعب اجتنبها في بيانات نوعية المياه . ولقد وضع كل من سندوكور وكوتشران (Sendecor and Co- chran 1989) تعريف لعلم الإحصاء بأنه العلم الذي يتعامل مع ال أساليب والتقنيات الخاصة بجمع وتحليل البيانات فضلاً عن استخلاص النتائج ، وهذا هو المطلوب تماماً في الجهود الخاصة بعمليات الرصد البيئي .

ولذلك كان السبيل الوحيد لضمان التوصل إلى استنتاجات دقيقة من البيانات المتاحة هو أخذ الاعتبارات والفروض الاحصائية فى الاعتبار فى مراحل تصميم الشبكة بما يسمح بتنفيذ الاختبارات الاحصائية المطلوبة بشكل فعال وما ينتج عن ذلك من استنتاجات دقيقة. وينبغى أن يشمل برنامج الرصد وصف دقيق للمنطقة كوحدة هيدرولوجية متكاملة كما يجب أن يوضح مساحة وحجم الجرى المائى Watershed الواقع تحت الدراسة، وذلك فضلاً عن وصف للظروف البيئية وعناصرها المختلفة التى قد تؤثر على نوعية المياه. كما يجب أيضاً وضع وصف دقيق للخصائص الهيدروليكية والجيولوجية للمنطقة المحيطة. وأخيراً يجب أن يشتمل أيضاً على معلومات وافية عن مستخدمى الموارد المائية الآن ومستقبلاً.

(4) أهداف شبكات الرصد

أهداف شبكات الرصد يجب أن تعالج المشاكل المرتبطة بنوعية المياه ولذلك فإن التحديد الدقيق والواضح لأهداف الرصد هو العامل المحرك لبقية عناصر تقييم البرنامج ولنجاح عملية الرصد. ويوجد نوعين رئيسيين من الأهداف لتخطيط مشروع الرصد وهى :-

• أهداف إدارية Management Objectives .

• أهداف فنية Technical Objectives .

ويمكن القول أن الأهداف التخطيطية Management Objectives هى إنعكاس لإحتياجات المنتفعين Stakeholders وصانعى سياسات الموارد المائية بينما الأهداف الفنية هى المتعلقة بإجراءات التنفيذ والتشغيل لبرنامج الرصد وعادة ما يتعامل مصممى البرامج مع الأهداف الفنية بحيث يكون مفهوماً بشكل واضح كيفية التعامل مع عناصر نوعية المياه ومواقع قياس الرصد وطرق التحاليل الخاصة بالبيانات التى ينتجها البرنامج. ويتم صياغة الأهداف التخطيطية والفنية فى صورة مجموعة من الأهداف (قصيرة-طويلة) الأمد كما يلى:

• أهداف طويلة المدى Long term Monitoring Objective

o تخطيط ووضع سياسات الموارد المائية

هناك حاجة للتعامل مع حالة نوعية المياه كبعد هام في إدارة وتخطيط الموارد المائية وهي عملية مستمرة تتطلب معلومات دقيقة على المدى الطويل من خلال شبكة قومية لمراقبة نوعية المياه.

o تحليل الاتجاه لنوعية المياه Trend Analysis

يتم استخدام البيانات التي ينتجها برنامج الرصد في تحديد مدى التغير في عناصر نوعية المياه مع الزمن.

o تقييم التوافق مع القوانين البيئية Compliance Assessment

يتم استخدام نتائج مراقبة نوعية المياه في تقييم مدى جودة المياه وملائمتها لمجموعة المعايير والإشترطات المحلية أو الدولية للإستخدامات المختلفة، ويجب في هذا النوع من المراقبة أخذ الظروف المناخية في الإعتبار بالإضافة الى أنواع وأحمال الملوثات ومصادرها.

o قياس فعالية برامج الحفاظ على البيئة Program Effectiveness

يمكن الإستفادة من بيانات نوعية المياه في تقييم فعالية الإجراءات المتخذة والبرامج بغرض حماية البيئة، والتي عادة ما تكون على مستوى المجرى المائى حيث أن العديد من الأنشطة التنموية تكون موجودة على طول المجرى مما يجعل عملية متابعة بعض الإجراءات الخاصة بالحماية صعبة الى حد كبير. ويجب الأخذ في الإعتبار أن تأثير بعض إجراءات الحماية يتطلب عدة سنوات للحكم على كفاءتها من خلال بيانات نوعية المياه.

o تحديد مشاكل التلوث والمناطق ذات الأولوية

تساهم عمليات الرصد في تحديد مشاكل التلوث التي تؤثر على الموارد المائية، وفي مثل هذه الحالة فإنه يجب مراقبة عناصر نوعية المياه التي يمكن أن تساعد في وصف وتحديد المشكلة.

• أهداف قصيرة المدى •

o دراسة حركة الملوثات في البيئة

برامج المراقبة يتم إستخدامها في دراسة حركة الملوثات من مكان لآخر، وفي مثل هذه الحالات تتم عملية المراقبة على فترات زمنية قصيرة حسب طبيعة وخصائص الملوث. وتتطلب الدراسات المتعلقة بهذا الهدف عمل قياسات متوالية لكل المسارات المحتملة.

o تحديد المناطق الأكثر تلوثاً Define Critical Areas

وتستخدم مراقبة نوعية المياه في تحديد المناطق التي تشهد زيادة غير عادية في مستويات التلوث، هذا النوع من المراقبة كثيراً ما يوصف برصد الإستطلاع أو Re-connaissance Monitoring ويتم ذلك من خلال فترة زمنية صغيرة.

o دراسة تحديد أحمال التلوث Waste Load Allocation

يجب مراقبة المسطحات المائية المستقبلية لمجاري مائية فرعية ذات أحمال تلوث عالية وتحديد أنواع الملوثات، مما يساعد في إتخاذ القرار السليم لتدارك مشاكل تدهور حالة المياه. هذا النوع من المراقبة يتطلب معرفة جيدة لأحمال التلوث الفعلية من كل مصدر (نوياً وكماً) كما يتطلب رصد واسع النطاق (من حيث المساحة).

o معايرة النماذج الرياضية والتحقق من دقتها

يتم الآن استخدام النماذج الرياضية على نطاق واسع في محاكاة نوعية المياه في المجارى المائية ودراسة السيناريوهات الخاصة بإجراءات إدارة نوعية المياه من أجل تحديد أفضل الإستراتيجيات الملائمة. ويمكن استخدام هذه النماذج للتنبؤ بحالة نوعية المياه في المستقبل وعادة ما يكون هناك حاجة للتحقق من صحة نتائج هذه النماذج من خلال عمليات معايرة وتحقيق Calibration and Verification ، ولذلك يتم استخدام البيانات الناتجة من عملية المراقبة حيث يتم مقارنة النتائج التي يتنبأ بها النموذج مع القيم المقاسة فعلياً وتحديد الفارق بينها وبناءاً عليه يتم تحديد مدى دقة تنبؤات النموذج الرياضى.

o الاستخدامات في مجال البحوث

مراقبة نوعية المياه أمر ضرورى لدراسة ومعالجة مشاكل تلوث المياه حسب طبيعة كل منطقة، ويتم إجراء البحوث لتحقيق هذا الغرض ولذلك فإن الفروق بين الرصد من اجل المجالات البحثية والرصد لأغراض أخرى ليست كبيرة فى كثير من الأحيان.

(5) مواقع الرصد Monitoring Locations

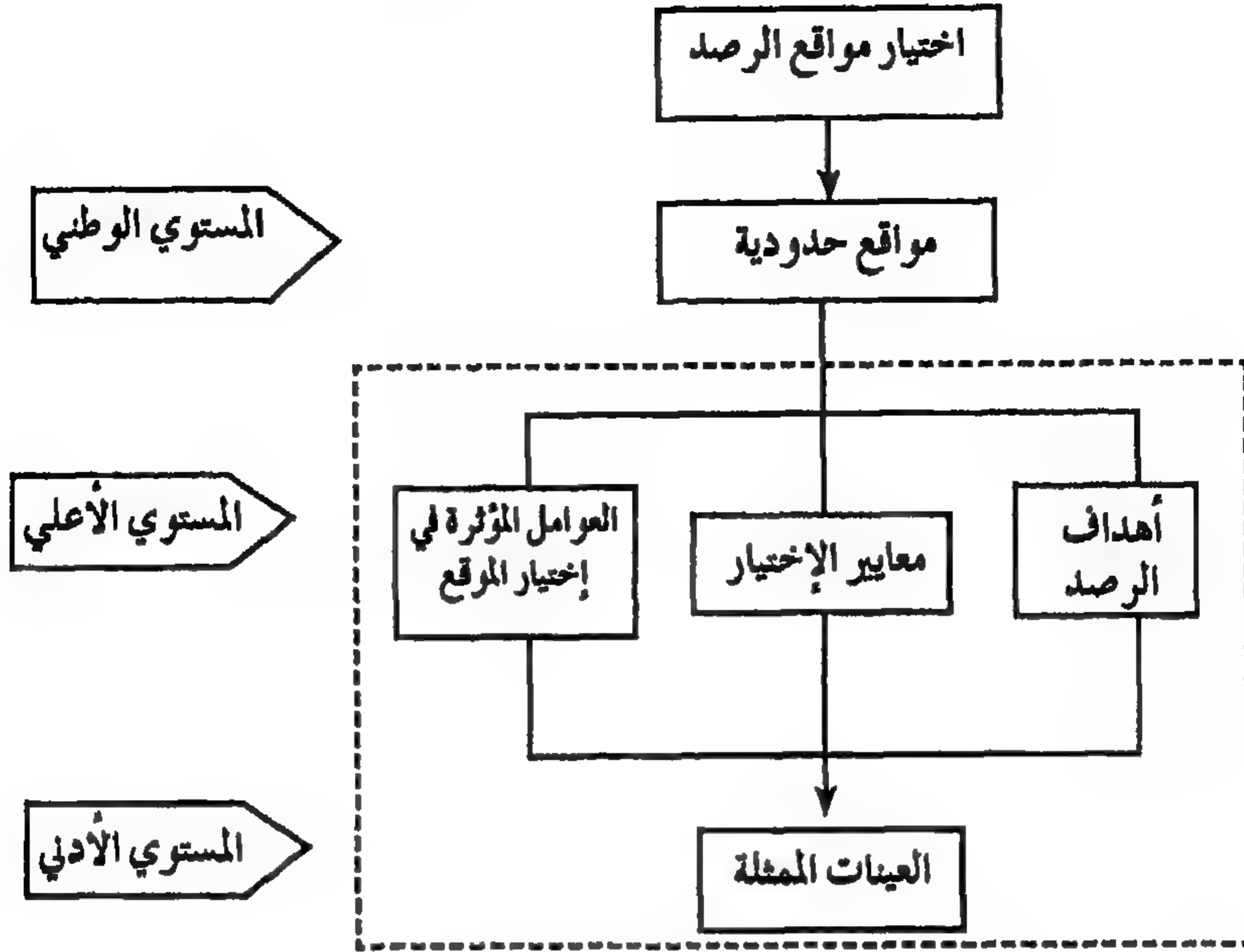
يعتبر إختيار مواقع أخذ العينات من أهم العوامل فى تصميم شبكة الرصد وذلك لأنه إذا تم اختيار مواقع للرصد غير ممثلة Representatives فإن ذلك يؤدي إلى مشاكل أخرى فى تحديد فترات القياس وبالتالي إلى استنتاجات غير دقيقة أو غير منطقية. وعادة ما تختلف العوامل التى تؤثر فى إختيار مواقع الرصد للمياه السطحية عن تلك التى تؤثر فى اختيار أماكن رصد المياه الجوفية(شكل 5 - 2) ، وهذه العوامل هى :

1. أهداف الرصد .
 2. الظروف والعمليات المؤثرة على المصدر المائي .
 3. نوع المصدر المائي وموقعه الجغرافى .
- ويمكن رؤية إختيار مواقع الرصد على ثلاث مستويات : المستوى الوطنى -Na tional Scale ، نطاق الرصد Macroscopic ، ومواقع الرصد بدقة .

• العوامل المؤثرة على إختيار مواقع الرصد

يتوقف إختيار مواقع الرصد على الأهداف العامة لشبكة الرصد على سبيل المثال عندما يكون هدف الرصد هو تحديد المناطق الحرجة Critical Regions فإن ذلك يتطلب أخذ عينات للرصد البيئى من مواقع عديدة تغطى هذه المناطق بشكل جيد أما إذا كان هدف الرصد هو تحديد الإتجاه العام Trend Analysis ربما يتطلب ذلك أخذ عينات من موقع رصد واحد أو اثنين . بينما يتطلب الرصد الذى يهدف إلى تقييم التوافق مع القوانين البيئية Compliance Monitoring أخذ عينات قريبة جداً من مصادر التلوث ، وعلى العكس فإن الرصد بهدف دراسة عملية انتقال الملوثات أو تحديد أحمال التلوث يتطلب القياس فى مواقع تبعد عن مصدر التلوث (Downstream Pollution Source) .

ويتوقف أيضاً إختيار مواقع الرصد لشبكة نوعية المياه على نوع المجرى المائى ، فمثلا يمكن وصف نوعية المياه فى مجرى مائى بقياس نوعية المياه عند المصب بينما فى حالة وصف نوعية المياه الجوفية فى منطقة ما أو مياه البحيرة فإنه يلزم أخذ عدة مواقع للقياس لوصف نوعية المياه .



شكل 5 - 2 مراحل اختيار مواقع الرصد

ويمكن تلخيص ما سبق في أن معايير تحديد مواقع القياس للرصد البيئي يتوقف على نوع النظام البيئي نفسه (مجرى مائي، بحيرة أو مياه جوفية). وفيما يلي بعضاً من هذه المعايير والتي يمكن اعتبارها كبداية لتصميم شبكات الرصد في البلدان العربية.

• بالنسبة لتحديد الموقع بشكل عام:

- معايير تحديد مواقع القياس للرصد البيئي بالنسبة للموقع بشكل عام هي :
- سهولة الوصول إلى موقع الرصد.
- وجود مصدر للطاقة هام في حالة الرصد المستمر (Real Time Monitoring).
- مدى تعاون مالك الأرض Cooperation with Land Owners.
- حماية المعدات من السرقة.

- ومدى القرب من المناطق المتأثرة بالتلوث .

• بالنسبة للمياه السطحية؛

معايير تحديد مواقع القياس للرصد البيئي بالنسبة للمياه السطحية هي :

- طبيعة استخدامات الاراضى Land Use .
- انحدار المجارى المائية مدى القرب من الاستخدامات المعنية .
- شكل القطاع المائى .
- وجود عوائق للسريان ، .
- تأثيرات مشاكل صرف الطرق المجاورة للمجرى .
- وإمكانية أخذ قياسات التصريف المائى من خلال علاقة السرعة مع عمق المياه Stage Discharges .

• بالنسبة للبحيرات؛

البحيرات هي أنظمة مائية يحيط بها اليابس من كل جانب (مغلقة تقريبا) لذا فان لها معايير خاصة لمواقع قياس الرصد البيئي لها هي :

- معرفة أعماق طبقات المياه المختلفة فى البحيرة .
- ميل البحيرة الطولى Longitudinal Gradient .
- ظروف الشواطئ والخلجان والبواغيز .
- أنماط دورات المياه بالبحيرة Water Circulation Patterm .

• بالنسبة للمياه الجوفية؛

تختلف المياه الجوفية بالطبع عن المياه السطحية في معايير تحديد مواقع القياس للرصد البيئي نظرا لطبيعة مكان وجود كل نوع من المياه واهم تلك المعايير بالنسبة للمياه الجوفية هي :

- قابلية تحديد عمق المياه Water Depth .

- اتجاه السريان Flow Direction.
 - مناسيب المياه المختلفة (مرتفعة أو منخفضة).
 - وجود تركيزات مختلطة Mixed أو في صورة طبقات Layers. العمق حتى الطبقة غير المنفذة.
 - ومعدلات السحب Draw - down.
- بمجرد أن يتم تحديد الموقع العام Overall Sampling Location لمواقع الرصد طبقاً للمعايير العامة التي سبق ذكرها، فإنه يتم التفكير في معايير أكثر تحديداً لأخذ العينات المختلفة (Representative Samples) وهذه المعايير كسابقاتها تختلف حسب نوع النظام البيئي كما يلي :-

• الموقع الدقيق لأخذ العينات

1. المجاري المائية Streams

إختيار المواقع في شبكات الرصد الدائمة Permanent Monitoring تختلف قليلاً عن تلك التي تتم في شبكات الإستطلاع Survey Monitoring بالنسبة للشبكات الدائمة فإنه يتم تقسيمها الى مستويين هما: الاختيار العام للموقع Macro Location والاختيار الدقيق للموقع Micro Location. وبالنسبة للمجاري المائية فإن نوعية المياه تختلف أفقياً ورأسياً في قطاع المجرى Stream Cross Section وذلك للعديد من الأسباب. حيث يتسبب إختلاف سرعة السريان في تباين التركيزات في القطاع خصوصاً بالنسبة لمركبات الترسيبات. وعموماً فإن سرعة السريان تكون أكبر في منتصف القطاع أما السرعة المتوسطة فهي السرعة المقاسة على إرتفاع يساوي 60 % من العمق الكلى وذلك للقطاعات الضحلة (أقل من 1.5 متر)، بينما تكون السرعة المتوسطة مساوية للقيم المتوسطة لكل من (20 % - 80 % من العمق الكلى) وذلك في القطاعات الأعمق. كما أن عملية الخلط الجانبي Lateral Mixing التي تحدث

عند تقاطع الروافد مع المجرى المائى الرئيسى تتسبب فى تسارع التيار عند جانبي المجرى .

ويجب عند إختيار مواقع الرصد مراعاة التغيرات (الأفقية، الرأسية على طول المجرى) التى تحدث فى نوعية المياه، وعلى أى حال فإن التغيرات الرأسية والأفقية يكون تأثيرها أقل ما يمكن عندما تصل تركيزات عناصر نوعية المياه إلى حالة الإختلاط التام Complete Mixing. ولذلك فإن القياسات للعناصر الكيماوية يجب أخذها من لقاط تضمن حدوث الإختلاط التام عندها وإذا ما لوحظ أن هناك تأثيرات جانبية -Lat- eral Effects عندئذ يمكن أخذ عينات مركبة Composite Samples. وعند إختيار مواقع الرصد يجب أيضاً أن تأخذ فى الإعتبار بعض خصائص منطقة الدراسة (قبل وبعد موقع القياس) والتى تحدد مكان موقع الرصد Upstream and Downstream فمثلاً يوصى بوضع موقع (أو مواقع) رصد فى الأماكن التالية :-

- بالقرب من المناطق الصناعية أو المدن لمتابعة مشاكل التلوث الصناعى أو الصرف الصحى.
- قبل مآخذ مياه الشرب.
- قبل وبعد مصادر التلوث المباشرة Point Sources.
- مصبات المجرى المائية على البحار، البحيرات والمحيطات.
- نقاط الرصد التى تتميز بسهولة الوصول إليها مثل الكبارى.

2. البحيرات Lakes

نوعية المياه فى البحيرات تتميز بعدم التجانس بسبب ظاهرة التكوين الطبقي الرأسى (Vertical Stratification)، التدرجات الطولية (Longitudinal Gradient) والتيارات الناشئة بفعل الرياح وإختلاف الكثافات (Density Differences). ومن الممكن أيضاً أن تؤثر المجرى المائية المغذية للبحيرات (وما يمكن أن تحتويه من

ملوثات) فى نوعية المياه داخلها وخصوصاً فى المناطق القريبة من هذه المصادر وقبل أن تحدث عملية الإختلاط التام Complete Mixing مع مياه البحيرة . وبسبب التغير فى درجة الحرارة وما ينتج عنه من إختلاف الكثافات Densities تظهر ظاهرة التغير فى نوعية المياه الطبقيّة Stratification فى مياه البحيرات الى ثلاث طبقات هى:

• Hypolimnion

• Metalimnion

• Epilimnion

ولذلك يجب أخذ عينات ممثلة لهذه الطبقات الثلاثة لوصف نوعية مياه البحيرة وإذا كانت المعلومات الخاصة بطبقة معينة غير مطلوبة فإنه يمكن أخذ عينات متفردة Individual Samples. أما إذا كان هدف المراقبة يشمل تعيين تدرج نوعية المياه Water Quality Gradient فإن مواقع القياس تتحدد طبقاً للتباين فى النوعية عند هذه النقاط ويمكن تنفيذ ذلك من خلال تطبيق طريقة الإنحدار الخطى Linear Regression مع العنصر كدالة فى المسافة الطولية على البحيرة . ومن الممكن حذف نقاط الرصد ذات المسافات المتداخلة ويتضح من ذلك مدى الحاجة الى عدد نقاط أكثر فى المناطق ذات التباين الكبير فى النوعية إذا ما كان هذا التباين غير ملحوظ .

3. المياه الجوفية

يوجد نوعين من الخزانات الجوفية : خزانات محصورة Confined وغير محصورة ، أما بالنسبة للخزانات غير المحصورة فتسمى أحياناً خزانات المياه الأرضية وهى خزانات ذات إتصال مباشر مع الغلاف الجوى من خلال فراغات التربة ، بينما الخزانات المحصورة وتسمى أيضاً الخزانات الجوفية الإرتوازية فتكون مفصولة عن الغلاف الجوى بواسطة طبقه غير منفذه (Impermeable Layer) . ويتوقف إختيار مواقع رصد نوعية المياه الجوفية على أهداف الرصد فضلاً عن (نوع / نظام) طبقة المياه

الجوفية المطلوب رصد نوعيتها. وتحدد أهداف الرصد ما إذا كانت القياسات ستكون فقط لتركيزات بعض عناصر نوعية المياه أو ستشمل كلا من التركيزات والتصرفات بما يسمح بحسابات أحمال التلوث.

وعند الحاجة الى عمل تحاليل لأحمال التلوث Flow Analysis فإن مواقع آبار الرصد يجب ان تمتد لمتابعة التصرف الداخل الى منطقة الدراسة Inflow والتصريف الخارج منها Outflow ويكون الوضع أسهل بالنسبة لقياسات التركيزات - Concen-trations حيث يكون عدد آبار الرصد أقل. وعند تنفيذ آبار رصد لمراقبة نوعية المياه الجوفية يجب أخذ العناصر الآتية في الاعتبار :

- نوع التربة والتركيب الجيولوجى Soil type and Geology.

- إتجاه السريان Flow Direction.

الأخطاء (عدم الدقة - اللاتيقن) Uncertainty ستكون مطلوبة دائما فى عملية تحديد نوعية المياه الجوفية عند أخذ العينات من آبار الرصد ويلعب اختيار العينات الممثلة Representation Samples دوراً هاماً فى تقليل هذه الأخطاء بقدر الإمكان. أما القياسات الخاصة بتحديد الاتجاه Trend Analysis فيتم أيضاً مقارنتها مع المعايير المحلية والدولية وتتميز بأنها يمكن أن تغطى هدف تحديد الاتجاه الزمنى Time والمكانى Space أو كليهما معاً. بينما مراقبة مصادر التلوث تشمل قياسات توضح التركيب Composition (نوع الملوثات) فضلاً عن كميتها ومعدل الأحمال التى ينتجها مصدر التلوث الذى يؤثر فى المياه الجوفية. ويجب عند مراقبة نوعية المياه الجوفية أن يتم مراعاة اختلافات نوعية المياه فى الاتجاهات الرأسية، الأفقية والجانبية.

وعادة ما تتطلب مراقبة المياه الجوفية إلى مرحلتين، الأولى هى عملية مسح هيدروجيولوجى «Hydrogeologic Survey» والتى تحدد مناسيب المياه الجوفية وإتجاه السريان ثم تأتى عملية المراقبة ذاتها فى المرحلة الثانية. وعند مراقبة نوعية المياه فى الإتجاه الجانبى «Lateral» فإنه يجب إختيار آبار رصد فى مناطق أعلى Up

gradient وأخرى أسفل Down gradient منطقة الدراسة وعادة يتم ذلك خلال وضع أكثر من بئر أعلى وداخل وأسفل منطقة الدراسة وذلك للحصول على مكررات Replicates. ومن المهم عند تحديد مواقع آبار الرصد أن يكون بئر الملاحظة موجود في منطقة المياه الجوفية المراد تقييمها وليس عند تجمع مائي محلي. وأيضاً يكون عمق البئر مهماً عند أخذ عينات لدراسة النترات Nitrates في الخزانات الغير محصورة وربما يكون من الضروري استخدام آبار متعددة المستويات Multilevel Wells وذلك لأن تركيزات النترات تتميز بخاصية الطبقيّة حيث تكون التركيزات عالية في أعلى الخزان ويمكن تنفيذ فكره الآبار المتعددة في حفرة واحدة أوفى عدة حفر.

أما بالنسبة للمياه الجوفية السطحية فإنه يجب أن يغطى طول الشبكة المثقبة Perforated Screen مدى مناسب المياه المطلوبة. ومن الممكن أن تظهر عدة مشكلات عند استخدام الآبار الموجودة (سابقاً) في عمليات الرصد، عادة في مثل هذه الحالات نفتقد المعلومات الخاصة بإنشاء البئر، طول الشبكة وبعض المعلومات المشابهة ومن الممكن أيضاً أن يكون البئر ملوثاً ولذلك فإن إنشاء آبار رصد جديدة (بدلاً من استخدام الموجودة) يكون دائماً هو الاختيار الأنسب والأدق. ويجب أن تعبر مواقع الرصد عن الاستخدامات المختلفة للمياه الجوفية مثل مياه الشرب والاستخدامات الزراعية وأيضاً تعبر عن التركيبات الجيولوجية للخزانات الجوفية.

4. المياه الساحلية

نظراً لتزايد الأنشطة التنموية التي تتم على السواحل سواء كانت صناعية أو زراعية أو حضرية والتي قد ينتج عنها مخلفات تؤثر سلباً على البيئة البحرية والكائنات النباتية والحيوانية بها فإن الرصد البيئي يهدف إلى وضع قاعدة بيانات صحيحة لنوعية وجودة المياه الساحلية وحماية البيئة البحرية من التلوث ورصد المتغيرات الطارئة على نوعية المياه الساحلية من جراء تلك الأنشطة واتخاذ الإجراءات التصحيحية في حينها.

- ويتم الرصد بصفة دورية موسمية مستمرة ومنتظمة من خلال أربع رحلات رصد سنوية (مارس، مايو، يوليو، سبتمبر)، حيث يتم قياس المؤشرات الطبيعية والكيميائية والميكروبيولوجية للمياه الساحلية. ويجب عند إختيار مواقع الرصد مراعاة التغيرات (الأفقية، الرأسية على طول الساحل) التي تحدث في نوعية المياه، وعند إختيار مواقع الرصد يجب أيضاً أن تأخذ في الإعتبار بعض خصائص منطقة الدراسة المميزة للسواحل (قبل وبعد موقع القياس) والتي تحدد مكان موقع الرصد Upstream and Downstream فمثلاً يوصى بوضع موقع (أو مواقع) رصد في الأماكن التالية :-
- بالقرب من المناطق الصناعية أو المدن لتابعة مشاكل التلوث الصناعي أو الصرف الصحي التي تصرف مخلفاتها بالقرب من السواحل.
 - قبل مأخذ مياه التحلية ومناطق سحب المياه المالحة للاستخدامات المختلفة في الصناعة كالتبريد وغيرها.
 - قبل وبعد مصادر التلوث المباشرة Point Sources.
 - مصبات المجارى المائية كمصبات الانهار على البحار، البحيرات والمحيطات.

5 - 5. الرصد البيئي البحري للتلوث بالمخلفات السائلة

باعتبار ان مياه البحار من أنواع المياه السطحية المستقبلية للمخلفات السائلة البلدية والصناعية، فان برنامج الرصد البيئي للتلوث البحري يشمل الرصد البيئي لمواصفات مياه البحر، والرصد البيئي لمواصفات مياه الشواطئ (منطقة المد والجزر) وقياس واختبار مواصفات المياه البحرية بتلك المناطق ومدى احتوائها من الملوثات الخاصة بمياه الصرف الصحي والصناعي، وعن كيفية الرصد البيئي لمواصفات مياه البحر يتم عمل الآتي:

أولاً: أخذ عينات من مياه البحر

تقوم المعامل بقياس بعض مؤشرات التلوث عن طريق الاختبارات التالية :

- (1) المواد الصلبة العالقة الكلية.
- (2) مؤشرات التلوث العضوي (الأكسجين الحيوي المطلوب، والأكسجين الكيميائي المستهلك)
- (3) الكلور فيل . يتم تصنيف درجة تركيز الكلوروفيل طبقاً للمقياس التالي:
 - منخفض عندما يكون التركيز أقل من 1 ميكرو جرام /لتر.
 - متوسط عندما يكون التركيز أكبر من 1 - 2 ميكرو جرام /لتر.
 - عالي عندما يكون التركيز أكبر من 2 - 5 ميكرو جرام /لتر.
 - عالي جداً عندما يكون التركيز أكبر من 5 ميكرو جرام /لتر.
- (4) المغذيات الأساسية للهوائيم النباتية (NUTRIENTS): التي تشمل:
 - الفوسفات.
 - مركبات النيتروجين: المتمثلة في النيتريت والنترات والأمونيا.يتم تصنيف درجة تركيز المغذيات (الأملاح المغذية) طبقاً للمقياس التالي:
 - فقير عندما يكون تركيز كل من النيترات و الامونيا أقل من 0.5 ميكرو مول /لتر.
 - متوسط عندما يكون تركيز الامونيا أكبر من 0.5 و أقل من 2 ميكرو مول/لتر.
 - متوسط عندما يكون تركيز النيترات أكبر من 0.5 و أقل من 4 ميكرو مول/لتر.
 - عالي عندما يكون تركيز الامونيا أكبر من 2 ميكرو مول /لتر.
 - عالي عندما يكون تركيز النيترات أكبر من 4 ميكرو مول /لتر.
- (5) السليكات.

(6) المعادن الثقيلة التي تشمل : النحاس ، والزنك ، والحديد ، والمنجنيز ، والرصاص ، والكاديوم ، والفانديوم ، والنيكل ، والزرنيخ .

(7) المواد الهيدروكربونية البترولية الكلية .

(8) المؤشرات البكتيرية الدالة على التلوث وتشمل البكتيريا القولونية الكلية ، والبكتيريا القولونية البرازية ، والبكتيريا السبحية البرازية وبكتيريا الكلوستريديم وبكتيريا السالمونيلا . وطبقا للمقاييس المعمول بها في مصر فإن الحد الأقصى المسموح به هو 500 وحدة من النوع الأول (بكتيريا القولون النموذجية) لكل 100 مل من ماء البحر و 100 وحدة من النوعين الثاني (بكتيريا الايشيرشيا كولاي) والثالث (البكتيريا الكروية السبحية) لكل 100 مل من ماء البحر .

ثانياً: الرسوبيات القاعية؛

يتم جمع عينات للرسوبيات من تربة القاع من مواقع مياه البحر نفسها ويتم تحليلها لبيان تراكيز المعادن الثقيلة والمواد الهيدروكربونية البترولية ، والبكتيريا الدالة على التلوث . كما يتم تحليل عينات من الرواسب تحت السطحية Core من بعض المواقع كل فترة زمنية ، وذلك لمعرفة السجل الزمني للملوثات ، كما يتم قياس مؤشرات التلوث البكتيري في عينات الرسوبيات القاعية .

ثالثاً: الأحياء المائية؛

يتم اخذ عينات من بعض الأحياء المائية والتي تعتبر دالة علي التلوث حيث انها تتميز بالنمو في البيئات الملوثة او انها تراكم بعض أنواع العناصر الملوثة في اجسادها ومن اشهر تلك الكائنات البحرية ما يلي :

(1) القواقع ذات المصراعين: يتم جمع العينات من القواقع ذات المصراعين كأحد مؤشرات التلوث من عدة مواقع شاطئية بواقع مرتين سنويا لقياس المعادن الثقيلة ، والمواد الهيدروكربونية الكلية ، وهذا اسلوب عالمي متبع في كثير من الدول .

- (2) رصد أنواع مختلفة من الطحالب والأعشاب البحرية من الشواطئ.
- (3) الأسماك: تقوم المعامل بتحليل عينات من أنسجة أنواع من أسماك البيئة البحرية وذلك للكشف عن المعادن الثقيلة (النحاس، الزنك، الحديد، المنجنيز، الكروم، الكاديوم، الزئبق، الرصاص، النيكل والفانديوم) والمواد الهيدروكربونية الكلية فيها عند الحاجة، وأنواع البكتيريا التالية: - *Vibrio Cholerae Bacteria* - *Vibrio Parahaemolyticus Bacteria* - *Salmonella Sp.* - *Streptococcus Agalactiae Bacteria*

رابعاً: القياسات الهيدروجرافية

تشمل القياسات الهيدروجرافية قياس كل من :

- درجة حرارة المياه على امتداد السواحل والشواطئ .
- درجة ملوحة المياه السطحية على امتداد السواحل والشواطئ .
- متوسط تركيز الأكسجين الذائب للمياه الساحلية .
- تركيز أيون الهيدروجين للمياه الساحلية .

مثال لرصد تلوث بحري وشاطئ بـ زيت البترول

عند حدوث حادث تلوث بالبترول في منطقة بحرية فإنه يجب لحصول علي عينة من الزيت وفحصها ومطابقتها مع السفينة المشتبه أو مصادر التلوث للتحليل والمقارنة (معرفة بصمة الزيت)، ومن المفضل جمع العينات من أول موقع يصل إليه الزيت علي الشاطئ، لأنه كلما كان الزيت حديثاً كلما كان أسهل في التعرف عليه.

1) عدد العينات المطلوب

يجب ألا يقل عدد العينات المطلوب عن الآتي:

- في حالة البقع البحرية... ما لا يقل عن ثلاثة عينات يومياً.

- في حالة البقع الشاطئية... ما لا يقل عن ثلاثة عينات لكل كيلومتر من الشاطئ يوميا.

- يتم استخدام العينات كما يلي :

- الجهاز المسئول عن البيئة في الدولة (عينتان لجهاز شئون البيئة واحدة للتحليل وواحدة للاحتفاظ بها احتياطيا ويراعي حفظها وفقا لقواعد حفظ العينات القياسية).
- يتم تسليم العينة الأخرى لمالك السفينة المشبوهة أو ربانها أو لمدير التجهيزات البحرية أو مدير مرفق مناولة وتداول الزيت.

2) حجم العينات المطلوب

بالنسبة لحجم العينات المطلوب يقترح ما يلي :

- الزيوت السائلة والخالية من الماء (100 مليلتر).
- الزيوت المعرضة لسطح الماء والمختلطة بالزيت (500 مليلتر).
- تفریغات الماء من السفن (2.5 - 5 لتر).
- كتل قطرانية علي الشاطئ (20 - 50 جم).

3) أساليب جمع وحفظ وتحليل العينات

- أ- يجب التأكد من ان العينة تحتوي علي مقدار كاف من الزيت.
- ب- يجب الا يشوب العينات السائلة مواد صلبة .
- ت- يجب ازالة الزيت المترسب من علي الصخور .
- ث- يجب وضع كتل المواد الملوثة القطرانية أو الشمعية في اوعية العينات بدون إذابتها .
- ج- تعبئة العينات في زجاجات العينات المخصصة لها واغلاقها وتعليقها
- ح- يجب وضع الاوعية ذات الاغطية اللولبية في صناديق امنة ذات حشو كاف لمنع تكسرها أثناء نقلها.

خ- يجب حفظ العينات في التلاجات أو المبردات في درجة حرارة اقل من 5 مئوية.

د- يجب التأكد من ان كل زجاجة عينة مغلقة جيدا وملصق عليها بطاقات التعريف.

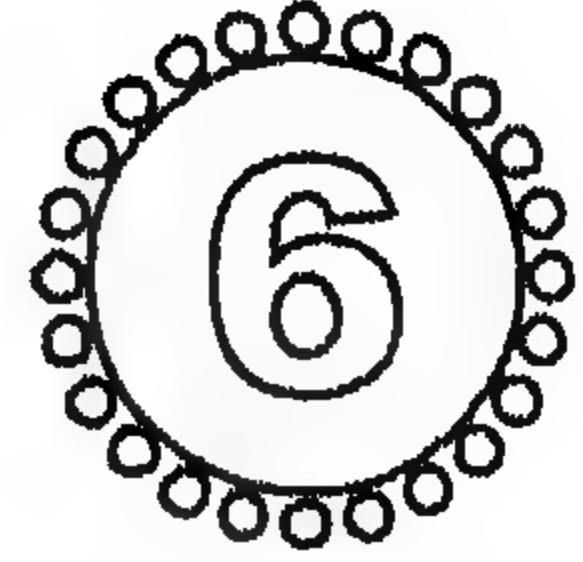
ذ- يجب ان تشمل بطاقة التعريف العناصر التالية :

- رقم مميز لها .
- تاريخ أخذ العينة .
- اسم وعنوان ورقم تليفون المسئول عن جمع العينات .
- اسم وعنوان ورقم تليفون اي شاهد مستقل .
- وصف العينة .
- مكان العينة .
- المصدر الملوث المشتبه به (سفينة - منصة بحرية - حقل بحري - بئر مغلق - انبوب نقل مكسور) .
- اسم المشتقات البترولية إن وجدت .
- اسم الكيماويات المستخدمة في الجمع .
- سرعة الرياح واتجاهها .
- درجة حرارة الهواء والماء .
- وصف البقعة الزيتية (لزجة - كثيفة - منتشرة - لونها) .

ر- يجب تكرار تحليل العينات ثلاثة مرات طبقا للأساليب المعيارية للتأكد من ضبط جودة النتائج العملية.

ز- يجب الاشارة إلى طرق استخلاص العينات وطرق التحليل المستخدمة.

س- يجب ذكر نوع الزيت البترولي المستخدم كزيت مرجعي ورافق بياناته مع التقرير التحليلي.



الفصل السادس

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية وبكتريولوجية

6. مقدمة .

6 - 1. طرق جمع العينات .

6 - 2. الطرق القياسية لأخذ عينات المياه للفحص .

6 - 3. طرق أخذ العينات لفحص البكتريولوجي .

6 - 4. طريقة أخذ العينات للتحليل الكيميائي .

6 - 5. الفحوصات القياسية الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية

للمياه .

6 - 6. امثلة لبعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري

لمياه الشرب .

6 - 7. الاختبارات والفحوص البكتريولوجية لمياه الشرب .

6 - 8. ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات المياه .

6 - 9. المهارات الأساسية التي يجب أن يعرفها المحلل الكيميائي

داخل معامل ومختبرات المياه .

الفصل السادس

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

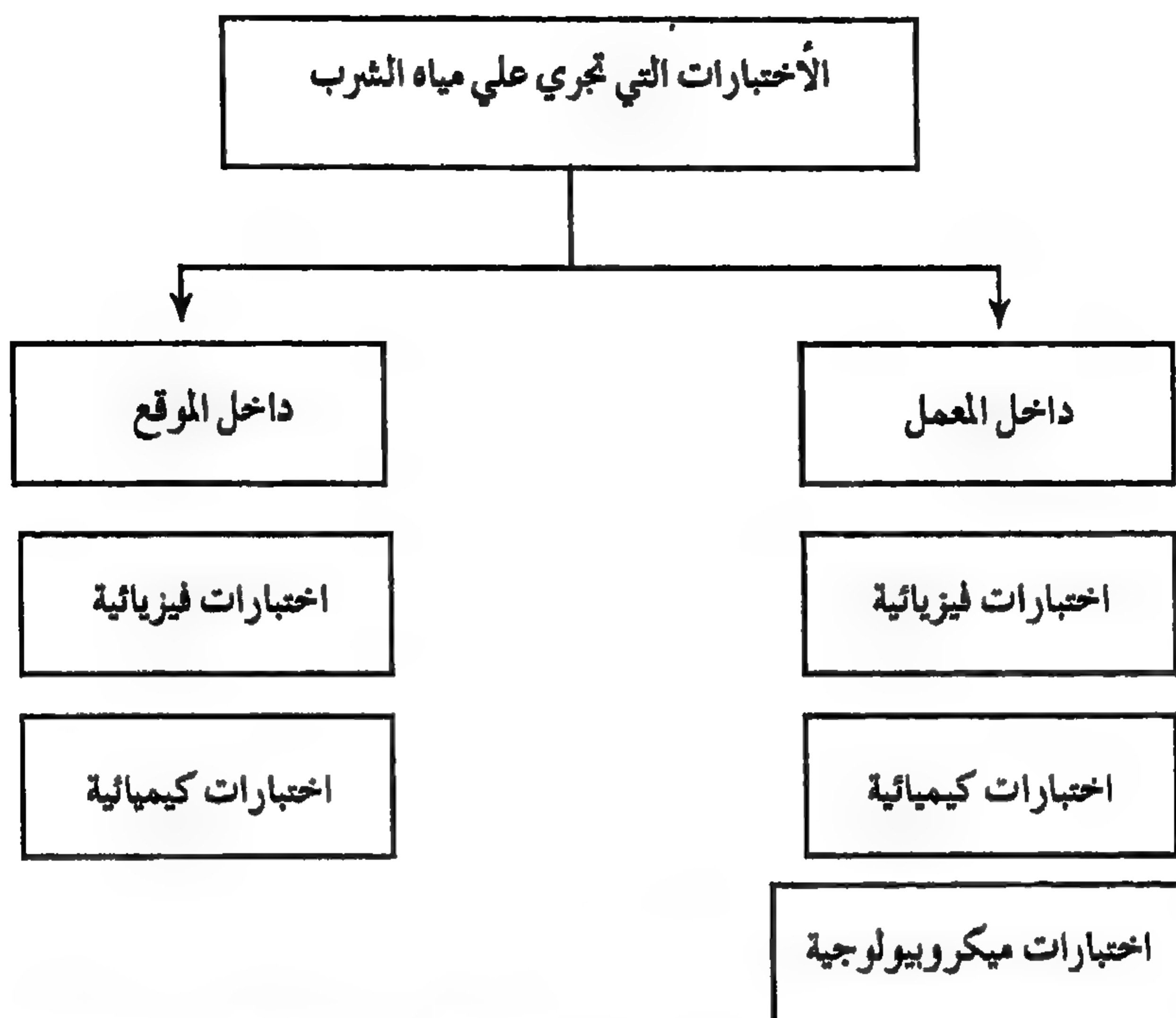
6. مقدمة Introduction

لتحديد الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه ومعرفة صلاحية هذه المياه للشرب أو الاستخدام للأغراض المختلفة وتحديد جودة ونوعية الأنواع المختلفة من الماء أو اختبار كفاءة طرق التنقية وجب إجراء بعض الاختبارات الكيميائية والفيزيائية والبكتيولوجية والميكروبيولوجية. وتتم الاختبارات بجمع عينات من مصدر الماء الخام سواء كانت مياه سطحية أو جوفية، وفي حالة مشاريع ومحطات تنقية مياه الشرب فتجمع العينات من الأماكن المختلفة لوحدات المعالجة وعلى فترات زمنية محددة تبعاً لقواعد وأسس قياسية موضوعية ومعترف بها ويتم تحليلها داخل مختبر مجهز لهذا الغرض.

وهناك ثلاث أنواع من الاختبارات تجري على مياه الشرب وهي كالآتي:-

- الاختبارات الفيزيائية Physical Tests.
- الاختبارات الكيميائية Chemical Tests.
- الاختبارات البكتيولوجية Bacteriological Tests.

وتنقسم الاختبارات من حيث مكان إجرائها إلى نوعين وهما الاختبارات التي تتم في الموقع أي مكان أخذ العينة والاختبارات التي تجري داخل المعمل. ويبين الشكل التالي هذه الأنواع.



شكل 6 - 1 مخطط لأنواع الاختبارات التي تجري علي مياه الشرب

والجدول التالي يبين أهم الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري علي مياه الشرب ودلالة كل اختبار وأهميته

جدول 6 - 1

أهم الاختبارات التي تجري لتحديد مواصفات المياه

سبب الاختبار وأهميته	الاختبار
لتحديد المحتوى الكيميائي الأيوني للمياه لتقييم التوازن الأيوني بها ومدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة.	1 - الأملاح الذائبة TDS الكالسيوم Ca^{+2} ماغنسيوم Mg^{+2} بوتاسيوم K^{+} صوديوم Na^{+}

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

	بيكربونات HCO_3^- كربونات CO_3^{2-} كلوريدات Cl^- هيدروكسيدات OH^- نترات NO_3^- كبريتات SO_4^{2-}
لمعرفة درجة الحموضة والقلوية للمياه.	2 - الأس الهيدروجيني pH
لقياس إمكانية المياه لمعادلة درجة الحموضة.	3 - القلوية Alkalinity $\Sigma (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^-)$
لقياس مقدار المواد القلوية التي تحتاج إليها المياه لمعادلة درجة الحموضة بها.	4 - الحموضة Acidity
لتقييم درجة التآكل عند استخدامات المياه.	5 - ثاني أكسيد الكربون CO_2
لتحديد درجة عسر المياه وذلك لتحديد استخداماتها المختلفة.	6 - درجة عسر المياه
لمعرفة حدود المواد الذائبة الكلية أو لإجراء اختبارات التحقق من صحة النتائج. $\text{TDS} = 0.55 \text{ to } 0.7 \times \mu \text{ S/cm}$	7 - التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity $\mu \text{ S/cm}^2$
لاختبار المواد المشعة.	8 - اختبار المواد المشعة Radioactivity
لمعرفة التركيز الكلي للمواد الكربونية	9 - اختبار الكربون الكلي TOC
لمعرفة تركيز المبيدات، المواد البترولية، الفينولية والمذيبات... الخ	10 - اختبار المواد العضوية OMP التي تؤثر على البيئة.
لتحديد صلاحية المياه في الاستخدام.	11 - اختبار العناصر الثقيلة Heavy metals

الفصل السادس

الاختبارات الفيزيائية

وهي الاختبارات التي تعتمد علي الخواص الفيزيائية للعينات المراد قياسها مثل الحرارة والعكارة والحجم.

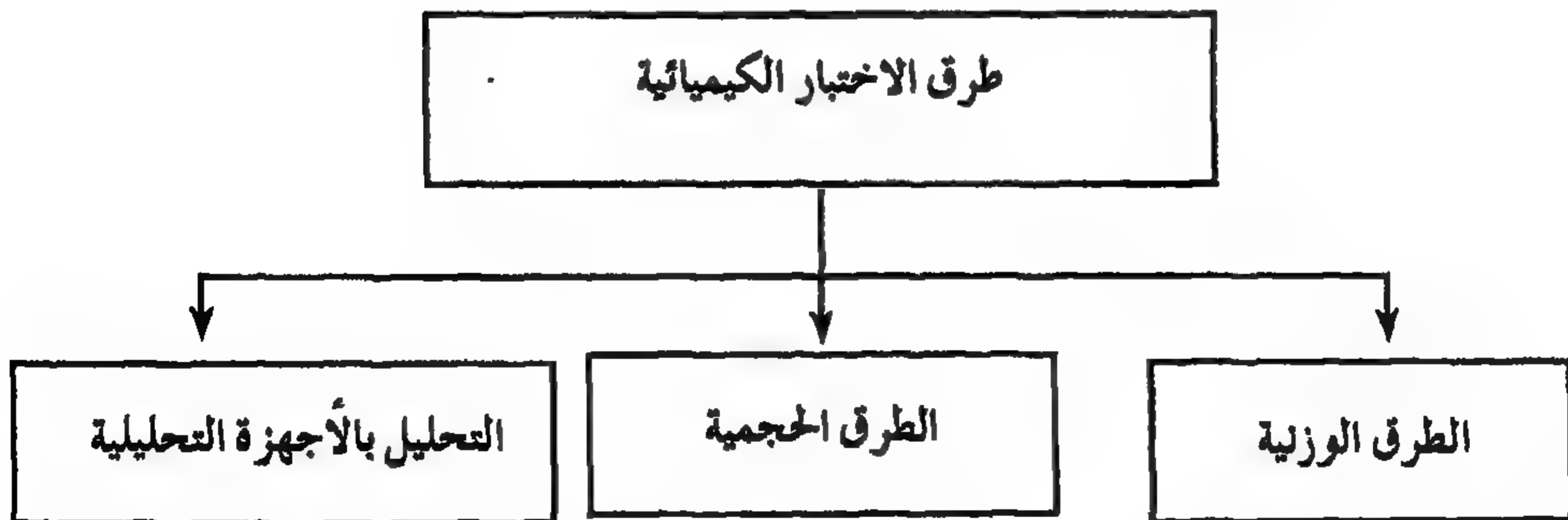
وتعد الاختبارات الآتية اهم الاختبارات الفيزيائية التي تجري للمياه :-

- درجة الحرارة Temperature.
- العكارة Turbidity.
- اللون Color.
- الطعم والرائحة Taste and odor.

الاختبارات الكيميائية

وهي الاختبارات التي تعتمد علي الخواص الكيميائية للعينات المراد قياسها مثل الخواص العضوية والغير عضوية، وتعتمد علي قياس محددات معينة أو عناصر معينة في عينات مياه الشرب. ولقد أمكن تقسيم طرق الاختبار الكيميائية إلى :

- الطريقة الوزنية.
- الطريقة الحجمية.
- الطريقة الفيزيوكيميائية.



(1) الطريقة الوزنية (Gravimetric Method)

التحليل الوزني يعتمد علي ترسيب الايون المراد تقديره علي هيئة مادة شحيحة الذوبان. يوزن الراسب بدقة بعد تجفيفه أو حرقه. ويحسب وزن الايون المراد تقديره مستخدما وزن الراسب وصيغته الكيميائية. ومن أمثلة ذلك تقدير الكالسيوم بالوزن وتقدير المواد الصلبة العالقة، اختبار الكبريتات.

(2) الطريقة الحجمية (Volumetric Methods)

وتعتمد هذه الطريقة علي معرفة تركيز محلول مجهول عن طريق باستعمال حجم معين من محلول معلوم التركيز.

وأساس الطريقة هي تطبيق المعادلة $V_1 C_1 = V_2 C_2$

V_1 = حجم المحلول معلوم التركيز

. Volume of Solution of known Concentration

C_1 = تركيز المحلول Concentration of known Solution

V_2 = حجم المحلول تعيين تركيزه

Volume of Solution of Unknown Concentration

C_2 = تركيز المحلول المجهول

. Concentration of Unknown Solution

ومن أمثلة ذلك تقدير الكلوريد والكالسيوم والماغنسيوم والقلوية الكلية والعسر الكلي.

(3) التحليل بالأجهزة التحليلية (Instrumental Analysis)

نظرا لوجود العديد من الملوثات المختلفة في مياه الشرب أصبح هناك حاجة إلى طرق غير تقليدية للكشف عن هذه الملوثات وتقدير تركيزاتها ومكوناتها بدقة، وأصبح ت الطرق التقليدية غير كافية للتأكد من نوعية أو جودة المياه. ولقد وجد أن الأجهزة

التحليلية (Analytical Instrument) من الضروريات الأساسية في تحديد نوعية المياه وتقييم كفاءة طرق التنقية أو المعالجة.

وتعتمد فكرة استخدام الأجهزة التحليلية على الصفات الطبيعية والكيميائية (وهو ما يسمى الصفات الفيزيوكيميائية) للعنصر أو المركب المراد التعرف عليهما ما عدا الكتلة والحجم. ومن أمثلة ذلك قدرة لون المحلول على امتصاص الضوء، أو قدرته على حمل أو نقل التيار الكهربائي... الخ. ولقد أمكن تقسيم هذه الطرق طبقاً إلى الخصائص التالية :

أ - الأدمصاصية (Adsorption) ومن أمثلة الأجهزة المستخدمة جهاز المطياف اللوني (UV/Visible Spectrophotometer) ويستخدم في تحليل المواد العضوية الهيدروكربونية.

ب - الأشعاعية (Emission) ومثال لذلك جهاز قياس شدة الضوء اللهب (Flame photometer) ويستخدم في قياس بعض العناصر مثل الصوديوم والبوتاسيوم وجهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption) ويستخدم في قياس المعادن الثقيلة.

ج - التشتتية (درجة تشتت الضوء المار في العينة) (Dispersion And Scattering) ومن أمثلة الأجهزة التي تعتمد على هذه الظاهرة جهاز قياس العكارة (Turbidimeter).

د - الكهربائية (Electrical Analysis) ومن أمثلة ذلك قياس ظاهرة التأكسد والاختزال باستخدام القطب الكهربائي (Oxidation Reduction Electrodes) وتعتمد فكرة الأجهزة على التركيز الأيوني ومن الأمثلة الأخيرة جهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH Meter) وجهاز قياس التوصيلة الكهربائية (Conductivity meter).

هـ - الكروماتوجرافية (Chromatographic Analysis) وتعتمد هذه الطريقة على فصل العينة إلى مكوناتها الأساسية باستخدام وسطين وسط ثابت ووسط متحرك ومن أمثلة الأجهزة المستخدمة هي:

- جهاز الكروماتوجرافي الغازي Gas Chromatography.
- جهاز الكروماتوجرافي السائل Liquid - Liquid Chromatography.
- جهاز الأيون الكروماتوجرافي Ion Chromatography.

الفحص البكتيولوجي

والهدف الأساسي من هذا الفحص هو معرفة ما إذا كانت مصادر المياه تحتوي على ميكروبات برازية، حيث يؤكد وجود هذه الميكروبات البرازية تلوث مصدر الماء بمياه الصرف الصحي، والميكروبات البرازية ليست بالضرورة أن تكون مرضية، حيث يؤخذ وجود هذه الميكروبات البرازية كدليل على تلوث المياه بالمخلفات الآدمية أو الحيوانية وبصفة عامة فإن الميكروبات التي يبحث عنها هي بكتريا القولون وهي المجموعة التي تشمل كل الميكروبات الهوائية والاختيارية والتي تتميز بأنها عصويات قصيرة مستقيمة سالبة جرام - غير متحركة - تخمر سكر اللاكتوز مع إنتاج غاز.

جدول 6-2

أهم المحددات التشغيلية لمراقبة جودة الماء خلال مراحل المعالجة الموضوعة

بواسطة منظمة الصحة العالمية 2004

نظام التوزيع	التطهير	الترشيح	الترويب	الماء الخام	العامل المحدد
√	√		√	√	الرقم الهيدروجيني
√	√	√	√	√	العكارة
				√	الأكسجين الذائب
				√	معدل تدفق النهر

الفصل السادس

نظام التوزيع	التطهير	الترشيح	الترسيب	الترويب	الماء الخام	العامل المحدد
					√	اللون
					√	التوصيلية الكهربائية
			√		√	الكربون العضوي
					√	الطحالب وسمومها
	√			√		جرعة المواد الكيميائية
	√	√	√	√		معدل التدفق
	√					تركيز المادة المطهرة بالنسبة للزمن Ct
√	√					الكلور المتبقي
√	√					النواتج الجانبية للتطهير

المصدر: منظمة الصحة العالمية 2004

6 - 1 . طرق جمع العينات Sampling Methods

من المهم التحدث عن عملية جمع العينات حيث انها من العمليات الهامة جدا والتي تعتمد عليها المؤشرات والفحوصات التحليلية، لان اية خطأ في جمع العينات يؤدي لان تكون العينة غير ممثلة للواقع وغير معبرة حقيقة عن مكوناتها الاصلية وبالتالي يؤدي اخيرا إلى نتائج تحليلية معملية خاطئة ولهذا فيجب ان تكون العينة المعملية ممثلة تمام التمثيل لنفس مكونات الكمية الكلية Bulk Material

6 - 2. الطرق القياسية لأخذ عينات المياه للفحص

Standards Methods for Water Sampling

1 - حجم العينة

لاختيار صلاحية المياه للشرب من الناحية الكيميائية والبكتيولوجية يجب يكون حجم العينة كالتالي :

أ - إذا كانت العينة للفحص الكيميائي أو البكتيولوجي والكيميائي معا يجب ألا يقل حجم العينة عن لتر واحد.

ب - إذا كانت العينة للفحص البكتيولوجي فقط ، ينبغي ألا يقل حجم العينة عن 2000 سم³ ، وتؤخذ في زجاجات سعة 250 سم³.

2 - الأوعية

يجب أن تكون أوعية الفحص الكيميائي أو البكتيولوجي من الزجاج الجير الأملس الشفاف بغطاء زجاجي مصنفر . وإذا كانت العينة للفحص البكتيولوجي فتقوم المعامل المختصة للمياه بتعقيم الزجاجات ولف فوهتها بالشاش .

3 - فترة أخذ العينات

أ - أولا بالنسبة للمياه المعالجة :

يجب فحص المياه المعالجة فحصاً بكتيولوجيا بعد خروجها من كل معالجة وقبل دخولها إلى شبكة التوزيع ، مرة واحدة يومياً على الأقل . كما يجب مراقبة عملية التعقيم الكيميائية عدة مرات خلال اليوم وتسجل نتائج هذه الفحوص في سجل لأغراض المراجعة . ويجب إجراء التفتيش مرتين خلال السنة على الأقل .

ب - ثانيا بالنسبة لمياه شبكة التوزيع

يكون الحد الأقصى للفترة المارة بين عمليتين متتاليتين لأخذ العينات والحد الأدنى لعدد العينات المطلوب فحصها في كل عملية كما يلي :

جدول 6 - 3

عدد السكان	الحد الأقصى للفترة المارة بين عمليتي أخذ العينات	الحد الأدنى لعدد العينات المأخوذة من الشبكة
إلى حد 20000	شهر واحد	عينة واحدة لكل 5000 نسمة شهرياً
20001 - 50000	أسبوعان	
50001 - 100000	أربعة أيام	
أكثر من 100000	يومياً	عينة واحدة لكل 10000 نسمة شهرياً.

6 - 3. طرق أخذ العينات للفحص البكتريولوجي

Sampling Methods for Bacteriological Examination

زجاجات أخذ العينة للفحص البكتريولوجي ذو سعة 300 مل على الأقل مصنوعة من الزجاج المتعادل ، مغطاه بسدادات زجاجية مسنفرة أو كبسولات لولبية .

ملحوظة :

1. تغطي سداده ورقية زجاجات أخذ العينة بغطاء من الورق أو من الرقائق المعدنية. تعقم كل من الزجاجات وأغطيتها إما داخل فرن هواء ساخن عند درجة حرارة 5160 م لمدة ساعة، أو داخل أوتوكلاف عند 5121 م لمدة 20 دقيقة .

2. تستعمل زجاجات اخذ العينة ذات السدادات المستنفرة في سحب العينات من الآبار غير المركب عليها مضخات ، وتكون مجهزة بثقل من أسفل علاوة على

خيطة لإنزالها وخيطة آخر لنزع السدادة تحت الماء. توضع بأكملها في غلاف محكم من الورق قبل عملية التعقيم.

3. تحتوي زجاجات أخذ العينة المستخدمة لسحب عينات المياه المكورة، على محلول ثيوكبريتات صوديوم بتركيز 18 مجم/لتر، التي تعادل 5 مجم/لتر كلور متبقي. وهذا يعني وضع 0.18 مل من محلول ثيوكبريتات صوديوم في زجاجة أخذ عينة سعة 300 مل وذلك قبل عملية التعقيم.

أ - طريقة أخذ العينات البكتريولوجية

يجب حفظ زجاجة أخذ العينة مغلقة حتى لحظة ملئها. وتمسك الزجاجة من أسفلها بيد وتنزع السدادة وغطاؤها باليد الأخرى ثم تترك في هذا الوضع أثناء ملئها. ويجب عدم السماح لرقبة الزجاجة بأن تلامس أي شيء عدا العينة، ثم تعاد السدادة فور ملء الزجاجة.

ب - طريقة أخذ العينات البكتريولوجية من مياه الصنبور.

في حالة أخذ عينة من شبكة المياه الرئيسية بواسطة الصنبور، يجب أن يكون الصنبور المأخوذ منه المياه متصلاً بأنبوبة فرعية متصلة مباشرة بالشبكة الرئيسية، وليس صنبوراً متصلاً بصهريج تخزين.

تفك جميع التركيبات الخارجية من الصنبور، وأي تسرب يجب تصليحه قبل أخذ العينات. تنظيف فوهة الصنبور بعناية من الخارج والداخل ثم يفتح الصنبور كلية ويصرف الماء في البالوعة لمدة 2 - 3 دقائق. يقلب الصنبور ثم يجفف سطحه الخارجي بقطعة نظيفة من القماش. يعقم الصنبور إما بواسطة موقد لحام أو بمشعل غازي أو بحرق قطعة من القطن الطبي منقوعة في الكحول الميثيلي وموضوعة ملاصقة لفوهة الصنبور، إلى أن يسخن الصنبور لدرجة يصعب معها لمسه. يفتح الصنبور ويصرف الماء في البالوعة لعدة ثوان.

تملاً زجاجة أخذ العينة من تيار معتدل من المياه مع تجنب حدوث أي رذاذ.

ج - طريقة أخذ العينات البكتيريولوجية للمياه المعالجة بالكلور

لا يجوز أخذ عينة للفحص قبل مضي 20 دقيقة على الأقل من إضافة جرعة الكلور للمياه أو قبل مضي ساعة واحدة في حالة إضافة الكلورامين ، وعند أخذ العينة من الصنبور تتبع الخطوات الآتية :

1 - إذا لم يتيسر إجراء الفحص في الحال وثبت وجود كلور متبقى في المياه (باستعمال الكلوروسكوب) ، فيجب استعمال زجاجات - سبق أن أضيف إليها . 5 سم 3 من محلول 2 جرام / لتر ثيوسلفات الصوديوم المبلورة إلى كل 200 سم 3 من المياه قبل تعقيم الوعاء .

2 - يجب اختيار صنبور كثير الاستعمال وخال من العيوب ، ولا تتسرب المياه من جزئه العلوى .

3 - يفتح الصنبور على آخره لمدة دقيقتين على الأقل وتغسل فوهته جيدا ويقلل بإحكام .

4 - تعقم فوهة الصنبور باللهب جيدا لمدة دقيقتين .

5 - يعاد فتح الصنبور لمدة دقيقتين بقدر مناسب .

6 - تنزع الأختام والشاش من على الفوهة الزجاجية وتحرق الفوهة جيدا ثم تفتح الزجاجية ويعاد حرق الفوهة والسداة .

7 - تملأ الزجاجة بالمياه المطلوب فحصها إلى ما تحت موضع السداة بحوالى 1.5 سم (مع ملاحظة عدم تفريغ الزجاجة وإعادة ملئها) .

8 - يعاد تعقيم الفوهة والغطاء ثانيا وتغلق بإحكام بالشاش .

د - طريقة أخذ العينات البكتيريولوجية من بئر مركب عليه مضخة ميكانيكية .

تؤخذ العينة من صنبور مركب على الأنبوبة الرئيسية الخارجة من البئر أو من صنبور قريب منها ، وذلك قبل امرار المياه داخل الخزان . تجري عملية التعقيم وطريقة أخذ العينات كما هو موضح سابقا في حالة ماء الصنبور .

ر - طريقة أخذ العينات البكتريولوجية من بئر عليه مضخة يدوية

تمسح اليد بالكحول الميثيلي قبل أخذ العينة. تسحب زجاجة أخذ العينة المربوط بها النقل، من غلافها الورقي ثم تدلي الزجاجة تحت سطح المياه بواسطة خيط الإنزال. تنزع السدادة بواسطة الخيط الآخر، وترفع الزجاجة بسرعة عند تمام ملئها ثم تقفل.

و - نقل العينات للفحص البكتريولوجي

يجب حفظ العينة بالثلاجة ثم ترسل للمختبر لكي يبدأ في الفحص البكتريولوجي وذلك في خلال ست ساعات من أخذ العينة. ويجب عدم فحص العينة إذا زادت الفترة بين أخذ العينة وبدء تحليلها عن 24 ساعة.

أسباب عدم مطابقة عينات المياه للفحص البكتريولوجي

أ - عوامل فنية مرتبطة بطريقة أخذ العينة

- 1 - عدم اختيار الصنبور المناسب (مكان اخذ العينة غير مناسب).
- 2 - عدم نظافة الصنبور أو تعقيمه أو فتحه في المدة الزمنية اللازمة بدقة.
- 3 - زجاجة العينة غير معقمة ويحدث ذلك من خلال :
 - عدم يقظة الشخص الذي أستلم الزجاجة المعقمة من المعمل في المحافظة عليها معقمة. فقد يفتح الغطاء فجأة ويقوم هو بغلقه أو يستعمل الزجاجة قبل تسليمها للوحدة دون إدراك للغرض المخصصة له الزجاجة.
 - أو حفظها في مكان غير مناسب به مواد ومهمات معرضة للتلوث.
 - استخدام العاملين للزجاجة دون علم المراقب الصحي أو أثناء تغييه عن الوحدة الصحية.
 - عدم الالتزام بكيفية حفظ ونقل العينة إلى المعمل.

الفصل السادس

- عدم استخدام ثلاجة العينات أو الكولمان لحفظ العينة في درجة حرارة منخفضة.
- عدم توصيل العينة إلى العمل خلال ساعتين من وقت أخذ العينة.
- عدم حفظ العينة داخل ثلاجة العمل فور تسليمها أو تركها أكثر من 24 ساعة بالعمل قبل الفحص. أو لانقطاع التيار الكهربائي عن الثلاجة أو وجود عطل بها لسبب أو آخر.

ب - عوامل مرتبطة بعملية مياه الشرب

- 1 - تلوث المأخذ من مصادر قائمة أو متحركة أو مؤقتة.
- 2 - عدم نظافة المأخذ من النباتات المائية والأجسام الطافية مثل جثث الحيوانات والدواجن.
- 3 - عدم إضافة كلور مبدئي للمياه العكرة الداخلة إلى عملية المياه أو إضافته بجرعات لا تتناسب مع شدة وحجم التلوث أو الطحالب الموجودة بمياه المأخذ.
- 4 - عدم إضافة الشبه أو إضافتها بجرعات أقل من اللازم.
- 5 - عدم نظافة أحواض الترسيب أو فترة مكوث المياه أقل من الزمن المناسب لترسيب المواد العالقة.
- 6 - سوء حال المرشحات - نمو الطحالب فوق سطح المرشحات - تشقق طبقة الرمل - تكسر الطبقة الهلامية التي تقوم بترشيح المياه - عدم تغيير الرمل - عدم غسل المرشحات دوريا.
- 7 - سوء حال خزانات المياه الأرضية وعدم تنظيفها دوريا.
- 8 - عدم إضافة كلور نهائى أو إضافته بكميات أقل من المقرر.
- 9 - عطل أجهزة الكلور وعدم وجود جهاز بديل.

- 10- فترة التماس بين الكلور النهائي والمياه المرشحة داخل الخزانات الأرضية أقل من الزمن المقرر وهو 20 - 30 دقيقة.
- 11 - عدم وجود معمل داخل عملية المياه لتقدير جرعات الشبه التي تضاف إلى المياه أو وجود معمل معطل أو ليس به جهاز تقدير الشبه وتضاف النسبة جزافاً. أو وجود معمل بدون كيميائي متخصص .
- 12 - ضعف الإشراف الفنى داخل عملية التنقية لعدم وجود كيميائي أو مهندس صحى متخصص فى تشغيل والإشراف على وحدات التنقية
- 13 - تشغيل عملية المياه بطاقة أكثر من السعة التصميمية.
- 14 - عدم وجود إشراف فنى من متخصص فى تشغيل والإشراف على وحدات التنقية فى الورديات المسائية. حيث يكتفى بوجوده فى الفترة الصباحية فقط.
- 15 - عدم الدقة فى إضافة كميات الشبه والكلور إلى المياه أثناء الورديات المسائية لعدم وجود إشراف فنى متخصص .
- 16 - الانقطاع المتكرر للتيار الكهربائى وعدم وجود مصدر بديل، مما يؤدى إلى عدم ضخ المياه إلى الشبكة وينتج عنه ضغط سلبى داخل مواسير الشبكة ويعرضها إلى التلوث، وخاصة عند وجود كسور بمواسير الشبكة.
- 17 - ضخ المياه الجوفية غير المعالجة وخطها بالمياه المرشحة المعالجة فى الشبكة تؤدى إلى استهلاك الكلور المتبقى فى أكسدة المواد العضوية والحديد والمنجنيز الموجود بالمياه الجوفية وبالتالي ينعدم الكلور المتبقى بالشبكة ويؤدى إلى تكاثر البكتريا ويعرض المياه إلى مخاطر التلوث.

ج - عوامل متعلقة بشبكات مياه

1. انعدام الكلور المتبقى بالشبكة ويعزى إلى :
 - عدم إضافة كلور نهائى.

الفصل السادس

- إضافة كلور نهائى بكميات أقل من المقرر.
 - طول الشبكات وتراكم البكتريا العضوية بنهايات الشبكات والتي تستهلك الكلور المتبقى.
 - خلط المياه المرشحة مع المياه الجوفية غير المعالجة.
 - وجود تلوث عضوى بالشبكة يمتص الكلور المتبقى.
2. سوء حالة الشبكات ويرجع إلى :
- انتهاء عمرها الافتراضى.
 - عيوب فى الوصلات وتسرب المياه منها.
 - تآكل المواسير سواء من الداخل أو الخارج بسبب عوامل عدة.
 - عدم غسيل وتطهير الشبكات دوريا ولا سيما بعد أعمال الصيانة أو تركيب مواسير جديدة.
3. الكسور بالشبكات وانفجار المواسير نتيجة :
- أعمال الحفر المتكررة بالطرق وأعمال الإنشاءات.
 - عدم تحمل المواسير للذبذبات والنقل الثقيل بالطرق.
 - مد الشبكات على أعماق قريبة من سطح الأرض مما يعرضها للذبذبات وأحمال النقل الثقيل أو مدها بالقرب من مصادر التلوث مثل المصارف، الترنشات، البيارات، خزانات التحليل وخاصة فى القرى والمدن الصغيرة والمناطق العشوائية مما يعرضها للتلوث المستمر.
 - عدم تناسب أقطار مواسير الشبكة مع ضغط المياه المترايد نتيجة لزيادة كميات المياه بالشبكة.
 - عند إجراء التوسعات فى مشروعات المياه لزيادة الإنتاج ليواكب الزيادة فى الاستهلاك يتم إحلال الخطوط الرئيسية بمواسير ذات أقطار أكبر لتحمل ضغط المياه دون أن يتم تغيير المواسير أو الخطوط الجانبية بمواسير تتناسب

- أقطارها مع ضغط المياه المتغيرة مما يؤدي إلى انفجارات في الخطوط الفرعية وفي الوصلات الموصلة إلى المنازل.
- انقطاع التيار الكهربائي يؤدي إلى أى ضغط سالب فى الشبكة لعدم وجود مياه بها وعند وجود كسور فى هذه الشبكة تدخل المياه الملوثة من خارج الماسورة إلى داخلها. وعند عودة التيار الكهربائي تدفع المياه المواد الملوثة إلى الشبكة ومن ثم إلى المنتفعين.
- سوء حالة خزانات المياه العامة والخاصة أعلى المباني وعدم تنظيفها وغسلها وتطهيرها دوريا.
- عدم الاهتمام بالمرور الدورى على المناطق الموصلة لشبكات المياه لاكتشاف الكسور والتجمعات المائية أو أعمال الحفر بالطرق أو أماكن ضخ المجارى وهى مؤشرات تستدعى لاتخاذ إجراءات لإصحابها وحماية المياه من التلوث.

د - عوامل أخرى

- 1 - خزانات المياه أعلى المباني المرتفعة والمنشآت والمؤسسات والمدارس قد تكون غير مستوفاه للاشتراطات الصحية وبدون غطاء محكم مما يعرضها إلى التلوث المستمر ونمو الطحالب ويرقات البعوض والتي تجد طريقها إلى صنبور المستهلك.
- 2 - استخدام المواتير فى رفع المياه للأدوار العليا يؤدي إلى شفط المياه من شبكة المياه وفى حالة وجود كسر فى هذه الشبكة فأن هذه المواتير تسحب أيضا المياه الملوثة من حول هذا الكسر وتجد طريقها إلى صنبور المستهلك.
- 3 - الخراطيم الخاصة برش الحدائق أو المركبة على صنابير دورات المياه وعادة تكون مغمورة فى مياه ملوثة فإذا أنخفض ضغط المياه فجأة فأن المياه تندفع عكسيا وتختلط بمياه المواسير.

6 - 4 . طريقة أخذ العينات للتحليل الكيميائي

Sampling Method for Chemical Examination

أ - الأجهزة والطريقة

- زجاجات أخذ العينة سعة لتر واحد على الأقل ، مصنوعة من الزجاج المتعادل الشفاف تقريبا وذات غطاء زجاجي مستقر .
- تغسل الزجاجات ثلاث مرات على الأقل بمياه العينة قبل ملئها .
- يجب ارسال العينة إلى المختبر فوراً ، ولا يجوز باي حال تأخير التحليل الكيميائي أكثر من 72 ساعة .

ب - تقرير أخذ العينة :

يجب أن يرفق تقرير أخذ العينة بجميع عينات المياه المطلوب فحصها بكتريولوجياً وتحليلها كيميائياً ، على أن يحتوي على التفاصيل الآتية :

- 1 . اسم وعنوان طالب الفحص .
- 2 . اسم وعنوان المالك أو المسئول عن مورد المياه إذا كان غير الشخص المذكور في البند السابق
- 3 . سبب الفحص - روتيني أو غير ذلك .
- 4 . مصدر العينة - من الأنابيب أو البئر أو الينبوع أو الوادي .
- 5 . مكان أخذ العينة بالضبط ، أي عنوان الموقع .
- 6 . هل تم معالجة المياه بأي طريقة أو تم ترشيحها أو تم كلورتها . . الخ ؟
- 7 . تاريخ وساعة أخذ العينة .
- 8 . في حالة أخذ العينة من الصنبور :
- هل الصنبور متصل مباشرة بالشبكة الرئيسية أو مركب على صهريج تخزين ؟
- 9 . في حالة أخذ العينة من البئر :

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

- عمق البئر .
- هل البئر مغطى أم لا ؟
- هل منشأ حديثاً أو حدث به تغيير .
- هل مجهز بمضخة ؟ يدوية أم ميكانيكية ؟
- القرب من المصارف وبالوعات المجاري أو أي مصادر تلوث أخرى محتملة، وموقعها بالنسبة للبئر .

6 - 5. الفحوصات القياسية الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية للمياه

Standards Water Chemical, Physical and Microbiological Examinations
تعد مواصفة الطرق القياسية لاختبارات المياه ومياه الصرف - Standard Meth-
ods for the Examination of Water and Wastewater 20 Ed . وهي
الطريقة المعتمدة لدى وكالة حماية البيئة الأمريكية - EPA Environmental Protection Agency
وايضا هي الطريقة المعتمدة في معامل المياه ومياه الصرف داخل
العديد من الدول الاوربية وكثير من دول العالم . ويبين الجدول التالي المواصفات المتبعة
وطرق الاختبار القياسية لمعظم الاختبارات الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية
لمياه الشرب .

جدول 6 - 4

نوع الفحص / الخاصية المقاسة	المواصفات المتبعة / طرق الفحص
الأس الهيدروجيني	SM 4500 - H+ B - الطريقة الكهروقياسية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
التوصيلية الكهربائية	SM 2510 B - الطريقة المخبرية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005

الفصل السادس

نوع الفحص / الخاصية المقاسة	المواصفات المتبعة / طرق الفحص
المواد الصلبة الدائبة الكلية	SM 2540 C - المواد الصلبة الدائبة الكلية المجففة على 180° م - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
اللون	SM 2120 B - طريقة المقارنة البصرية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
العكارة	SM 2130 B - الطريقة النيفيلو القياسية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
المواد التي تتفاعل مع صبغة الميثلين الزرقاء (المنظفات الصناعية الأيولية السالبة)	SM 5540 C - المنظفات الأيولية السالبة على شكل المواد الفعالة مع صبغة الإيثيلين الأزرق - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
القلوية	SM 2320 B - طريقة المعايرة - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
الصوديوم	SM 3500 - Na B - طريقة مطيافية اللهب الانبعاثية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
البوتاسيوم	SM 3500 - K B - طريقة مطيافية اللهب الانبعاثية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
الكالسيوم	SM 3500 - Ca B - طريقة المعايرة بواسطة إيثيلين ثنائي أمين ثلاثي حمض الأسيتيك - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
المغنيسيوم	SM 3500 - Mg B - طريقة الحساب - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
العسر الكلي	SM 2340 C - طريقة التسحيح بواسطة إيثيلين ثنائي أمين الأسيتيك - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

نوع الفحص / الخاصية المقاسة	المواصفات المتبعة / طرق الفحص
الكلوريد	SM 4500 - Cl- D - الطريقة القياسية الجهدية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
النترت	SM 4500 - NO2- B - الطريقة اللوية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
الفلوريد	SM 4500 - F- C - طريقة القطب الانتقائي - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
الزنك	SM 3500 - Zn - B طريقة الزينكون الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة والعشرون 2003.
الأمونيا	المواصفة القياسية الأمريكية ASTM D 1426:1998.
معادن (نحاس، حديد، زنك، والمنغنيز)	SM 3111 B - طريقة جهاز المطياف الذري باستخدام الهواء - الأسيتلين ر - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
العدد الكلي لعصيات القولون الكلية: - العدد الأكثر احتمالاً	SM 9221 - B, C - طريقة قياس عصيات القولون الكلية بطريقة التخمر - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
العدد بطريقة الترشيح الغشائي	SM 9222 B - طريقة قياس عصيات القولون الكلية بطريقة الترشيح الغشائي - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
عدد عصيات القولون البرازية: - العدد الأكثر احتمالاً	SM 9221E, C - طريقة فحص عصيات القولون البرازية - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005.
العدد بطريقة الترشيح الغشائي	SM 9222 D - طريقة فحص عصيات القولون البرازية بطريقة الترشيح الغشائي - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005 - الموقع الإلكتروني

الفصل السادس

نوع الفحص / الخاصية المقاسة	المواصفات المتبعة / طرق الفحص
العدد الكلي ل Escherichia coli :Count - العدد الأكثر احتمالاً	SM 9221 F - طريقة قياس ل E.coli - الطريقة القياسية لفحص المياه و المياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون - 2005 - الموقع الالكتروني
الكشف عن البكتيريا الممرضة:	
- السالمونيلا	SM 9260 B - طرق عامة في العزل والتعرف على السالمونيلا - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة و الواحد والعشرون 2005.
- الشيغيلا	SM 9260 E - طرق عامة في العزل والتعرف على الشيغيلا - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون 2005
الكشف عن الفطريات:	
طريقة الترشيح الغشائي	SM 9610 D - طريقة الترشيح الغشائي - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون 2005.
اختبارات الكشف عن الطحالب:	
قياس تركيز الكلوروفيل «أ» (باستعمال الفلوروميتر)	SM 10200 H3 - كلوروفيل «أ» الطريقة الوميضية لحساب الكلوروفيل «أ» - الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة، الطبعة الواحد والعشرون 2005 الموقع الالكتروني.

6 - 6. امثلة لبعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري لمياه الشرب

Drinking Water Chemical, Physical Tests Examples

سوف نتناول في السطور القادمة اهم الاختبارات العملية الفيزيائية والكيميائية
والبكتيرولوجية التي تجري لمياه الشرب المحددة لخصائص هذه المياه ونوعيتها ومدى
تلوثها .

1 - تقدير قيمة الأس الهيدروجيني pH

هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في سائل ماء، وهو تعبير على تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول أي مقياس الحموضة والقلوية، ويمثل الأس الهيدروجيني في محلول نشاط أيونات الهيدروجين في هذا المحلول ويعبر عنه رياضياً كالآتي :

الأس الهيدروجيني = - لو 10 (يد) أي اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين للأساس 10.

وهذه القيمة تبدأ من صفر إلى 14، وقيمة الأس الهيدروجيني ل أنواع عديدة من المياه تتراوح بين 6.0 إلى 9.0.

وترجع أهمية الأس الهيدروجيني في تحديد التركيبات الحيوية والكيميائية في المياه الطبيعية حيث أن درجة تحلل أو تفكك الأحماض والقواعد الضعيفة تعتمد على التركيز الأيوني للهيدروجين وبذا تتأثر درجة سمية بعض المركبات. فمثلاً ترتفع سمية الزرنيخ للأسماك مع انخفاض الأس الهيدروجيني (زيادة حمضية المحلول) لأن التوازن الكيميائي يتزحزح في اتجاه تكوين حمض الهيدروسيانيك. ولقد شوهدت نتائج مماثلة لكبريتد الهيدروجين، ولكن في حالة غاز الأمونيا فإن سمية هذا الغاز تزيد مع زيادة الأس الهيدروجيني (زيادة القلوية) فمثلاً وجد أن سمية النشادر ترتفع إلى عشرة أضعاف عند أس هيدروجيني 8 عنه عند درجة التعادل الحمضي 7.

كذلك وجد أن قابلية بعض الأملاح للذوبان في الرواسب الطينية يعتمد على تركيزات أيونات الهيدروجين في الماء. وينبغي التفريق بين التركيز الهيدروجيني في الماء وقدره الماء على التحيد. وتعرف قدرة الماء على التحيد بمقدرة الماء على معادلة زيادات من أحماض أو قلويات بدون تغير ملحوظ في تركيز أيونات الهيدروجين ويتحكم في هذه القدرة كمية المركبات القلوية أو المركبات الحامضية المتواجدة في الماء. وبالنظر إلى البيئة البحرية فإن التغيرات الطبيعية التي تؤثر على الأس الهيدروجيني تكون أقل من نظيراتها في الماء العذب.

الفصل السادس

وتعود أهمية التحكم في الأس الهيدروجيني في مياه الشرب لأن المياه يمكن أن تسبب تآكل شبكات المياه والمواسير بالإضافة إلى تأثيرها الضار على عمليات المعالجة التي تشمل التنفد والتزغيب والمعالجة بالكلور.

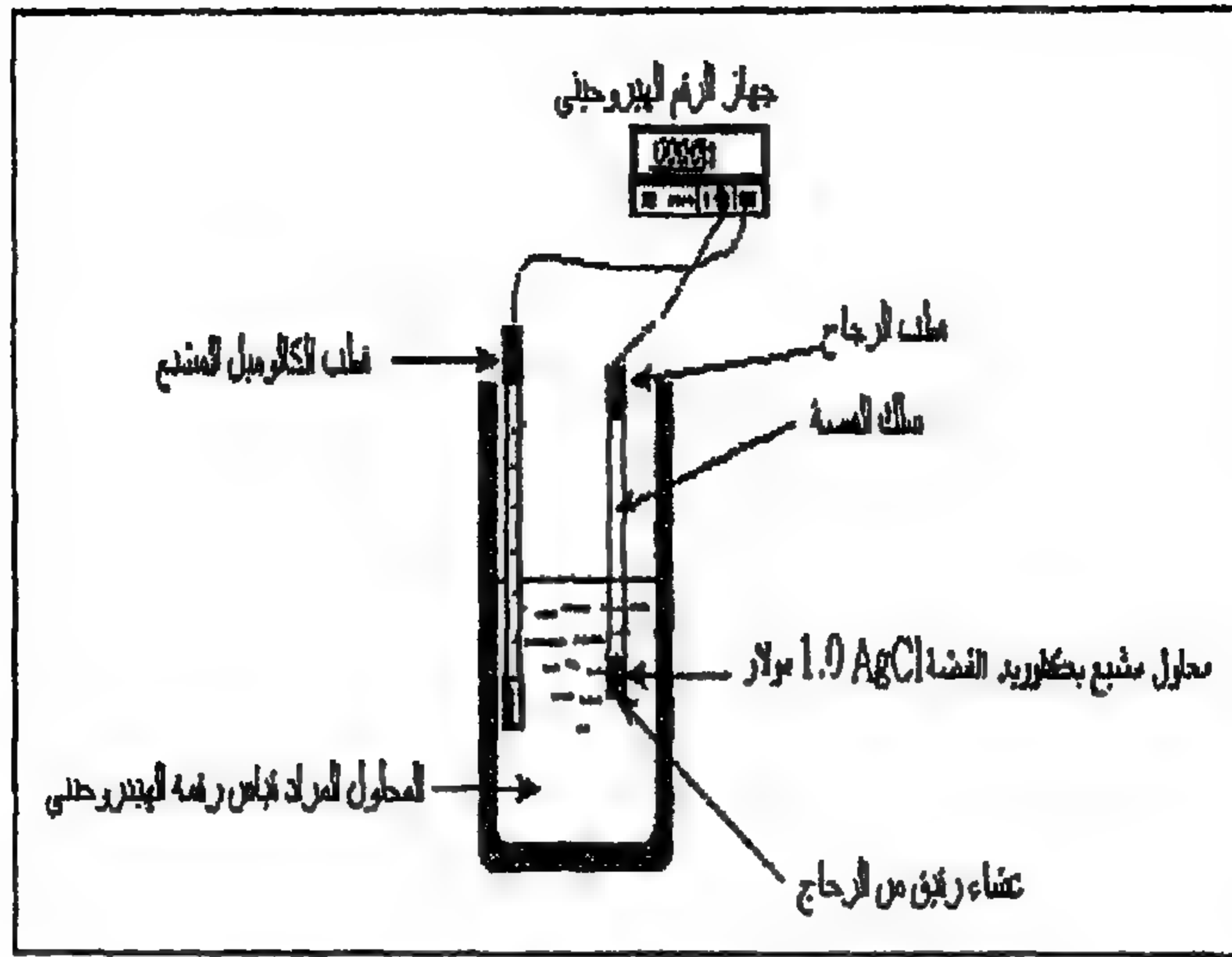
وبينما نجد أن الأس الهيدروجيني المثالي لعمليات الترويب عند معالجة المياه وباستخدام أملاح الحديد والألومنيوم تتراوح ما بين 5.0 و 6.5 خاصة وأن التطهير باستخدام الكلور يكون عالي الفاعلية عند الأس الهيدروجيني أقل من 7 فإنه لا يوجد دليل يؤكد أن معدل التطهير يختلف بين التركيزين الهيدروجينيين 6 و 8 في الماء.

أما في البيئات البحرية فإن الأس الهيدروجيني عادة يكون حول 8.0 عند السطح وينقص إلى 7، 7 إلى 8.7 مع زيادة العمق. ومن الأرجح أن الكائنات الطافية والتي تسكن الأعماق أكثر تأثراً بالتغيرات في التركيز الهيدروجيني من الأسماك وكذلك فإن اليرقات والحيوانات البالغة للمحار تتعرض لتأثيرات ضارة عن الحدين المتطرفين 6.5 و 9.0.

جدول 5-6

قيم نموذجية للرقم الهيدروجيني ل أنواع مختلفة من الماء في البيئة

نوع الماء	pH
الماء الذي تلوث بملوثات حمضية	4 - 2
الماء المقطر	5.5 - 5.0
الماء اليسر	7.5 - 5.5
الماء العسر	8.4 - 7.2
ماء البحر	8.5 - 7.8
الماء النقي	7.0



تركيب لأحد أنواع أجهزة قياس الرقم الهيدروجيني

أ - طريقة القياس

سوف نقوم بشرح طريقة قياس يستخدم فيها مقياس الرقم الهيدروجيني ذي القطب الزجاجي لتقدير الرقم الهيدروجيني في مياه الشرب .
وتعتمد طريقة القطب الزجاجي لتقدير الرقم الهيدروجيني على أن التغير في وحدة رقم هيدروجيني ينتج عنها تغير كهربائي قدره 59.1 ملي فولت عند 25[°] م .

ب - الكواشف والكمادات

أثناء التحليل تستخدم فقط الكواشف من الصنف التحليلي المعروف التي تكون ذات درجة نقاوة كيميائية عالية، والمياه المقطرة فقط أو المياه ذات النقاوة المكافئة.

أ - محلول ثابت (منظم) الأس الهيدروجيني ورقم الهيدروجيني 4 :

يذاب 10.2 جم من ثاني فتالات البوتاسيوم اللامائية ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) باستخدام ماء سبق غليه ثم تبريده ويخفف إلى لتر واحد.

ب - محلول ثابت (منظم) الأس الهيدروجيني رقمه الهيدروجيني 7 :

يذاب 1.361 جم من فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين اللامائية (KH_2PO_4) ، 1.420 جم من فوسفات الصوديوم أحادية الهيدروجين اللامائية (Na_2HPO_4) ، كلاهما سبق تخفيفه بين 110 ، 130⁵ م حتى اليوم التالي ثم يخفف إلى لتر واحد. يستخدم الماء الذي سبق غليه وتبريده.

ج - محلول ثابت (منظم) الأس الهيدروجيني رقمه الهيدروجيني 9 :

يذاب 3.81 جم من رابع بورات الصوديوم عشارية التميؤ ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) (بوراكس) باستخدام ماء سبق غليه ثم تبريده ويخفف إلى لتر واحدة.

ج - الأجهزة وطريقة القياس

الأدوات العملية الزجاجية العادية بالإضافة إلى :

مقياس الرقم الهيدروجيني

- 1 - تغسل اقطاب الجهاز بالماء المقطر عدة مرات.
- 2 - قبل قياس العينة المراد تعيين رقمها الهيدروجيني فانه يجب اولاً ضبط الجهاز ومعايرته عن طريق غمر القطب في محلول ذو رقم هيدروجيني 7 والحصول على قراءه للجهاز 7 ثم يتم الضبط مرة اخرى عن طريق وضع القطب في محلولين منظمين ذو رقمين هيدروجينيين 4 و 9 وضبط القراءات مرة اخرى . ومن المفضل أن يكون الضبط باستخدام محاليل منظمة ذات ارقام هيدروجينية التي يظن انها اقرب ما تكون لمحلول العينة المراد التعرف عليها.
- 3 - تغسل اقطاب الجهاز بالعينة عدة مرات ويفضل من 6 إلى 8 مرات
- 4 - قم بقياس الرقم الهيدروجيني للعينات حتي تثبت القيمة لفترة معينة.
- 5 - من المستحسن ان يتم قياس الرقم الهيدروجيني في موقع أخذ العينة (نظراً لتأثير كثير من العوامل علي قيمته) وأن تعذر ذلك تجرى عملية القياس في أسرع وقت ممكن من وقت أخذ العينة.

2 - قياس اللون في الماء

الماء اساسا عديم اللون ولكن لونه قد يتأثر بوجود مواد وبقايا نباتية وعضوية متحللة. اللون قد يكون ظاهريا وهذا يعزي للمواد الموجودة في صورة محلول بالإضافة إلى المواد الموجودة كمعلقات، أما اللون الحقيقي فيعزي للمواد الموجودة في المحلول بعد نزع المواد العالقة. يتم التعبير عن وحدة قياس اللون بوحدة: وحدة لون قياسي ويمكن تعريفه بأنه اللون الناتج عن عن 1.0 مجم بلاتين / لتر في صورة ايون كلوروبلاتين في وجود كلوريد الكوبالت سداسي الماء.

أ - المواد والأجهزة

- أنابيب نسلر متماثلة سعة 50 مل .
- ماء كامل النفاذية للضوء ويحضر كآلاتي: يغمر مرشح غشائي دقيق مساميته 0.1 ميكروميتر في 100 مل ماء مقطر لمدة ساعة، ويرشح خلاله 250 مل ماء مقطر أو ماء منزوع الأملاح ثم يستبعد هذا الماء. يستخدم هذا الغشاء لترشيح 500 من الماء المقطر أو الماء المنزوع الأملاح. ويحتفظ بالماء المرشح لاستخدامه فيما بعد لتحضير كافة المحاليل القياسية والتخفيفات.
- محلول لون اساسي (500مجم بلاتين / لتر) ويحضر كآلاتي : يذاب 1.245 جرام كلورو بلاتينات البوتاسيوم و 1 جرام كلوريد الكوبالت المتبلور في ماء مقطر يحتوي علي 100 مل من حمض الهيدروكلوريك المركز، ثم يخفف إلى 1 لتر بالماء المقطر يحتوي هذا المحلول الاساسي علي لون يعادل 500 وحدة لونية. يحفظ هذا المحلول في قنينة زجاجية محكمة الغلق في مكان معتم في حرارة لا تزيد عن 30 درجة ويكون صالحا للاستخدام لمدة ستة شهور.
- محاليل لون قياسية .

تحضر محاليل قياسية تحتوي علي

الفصل السادس

0 ، 5 ، 10 ، 15 ، 20 ، 25 ، 30 ، 35 ، 40 ، 45 ، 50 ، 60 وحدة لونية بتخفيف 0.5 ، 1.0 ، 1.5 ، 2.0 ، 2.5 ، 3.0 ، 3.5 ، 4.0 ، 4.5 ، 5.0 ، 6.0 ، 7.0 علي التوالي من المحلول الاساسي بالماء المقطر حتي 50 مل بماء كامل النفاذية للضوء في أنابيب نسلر ويراعي حماية هذه الأنابيب من التبخر والتلوث في درجة حرارة لا تزيد عن 30 مئوية.

ب - طريقة العمل والنتائج

- املاً انبوبة نسلر سعة 50 مل حتي العلامة بالعينة المراد تحليلها وقارن لون العينة بالوان المحاليل القياسية وذلك بالنظر عمودياً من اعلي خلال الأنابيب نحو سطح امس موضوع بزاوية تسمح بانعكاس الضوء خلال اعمدة السائل.

ج - النتائج والحسابات

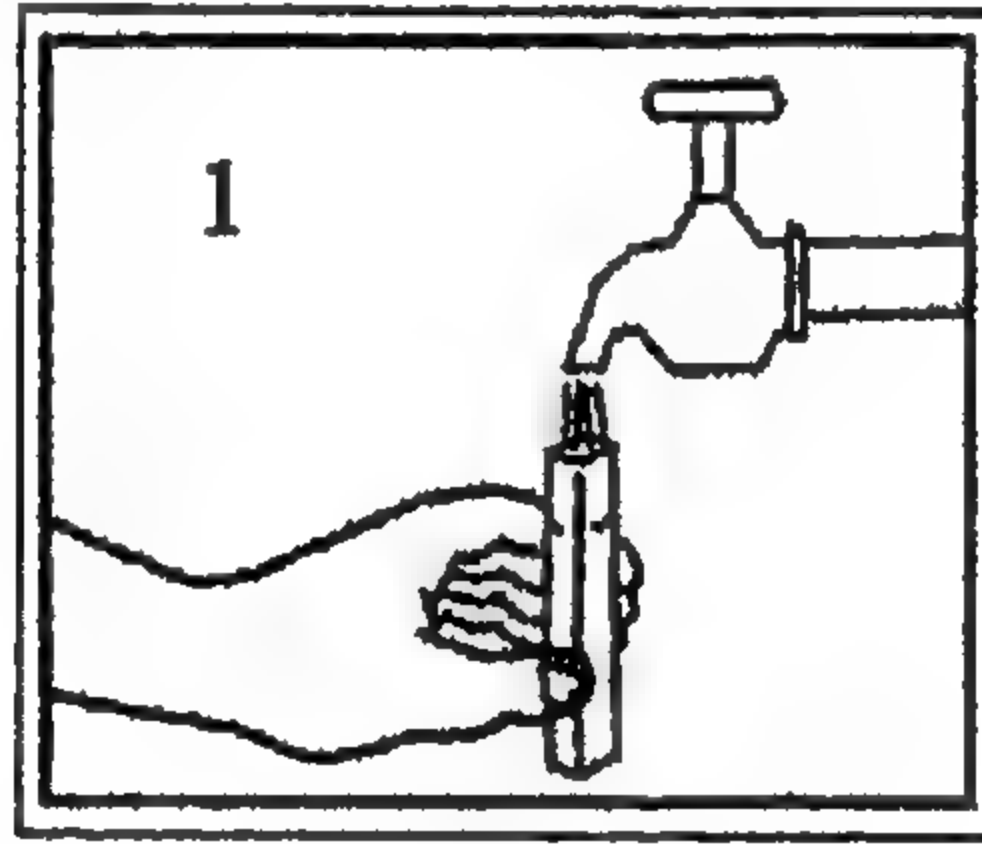
يتم تقدير اللون كما يلي :

- 1 - في حالة وجود مواد عالقة لم يتم ازالتها يسجل اللون علي انه اللون الظاهري.
- 2 - في حالة زيادة اللون عن 70 وحدة لونية تخفف العينة بماء نقي بنسب معلومة إلى ان يقع اللون عي مدي المحاليل القياسية.
- 3 - في حالة وجود مواد عالقة يتم ازالتها بالطرد المركزي حتي يصبح السائل العلوي رائقاً وتقارن العينة بعد الطرد المركزي بماء نقي في أنابيب نسلر للتأكد من خلوها من المواد العالقة قبل مقارنتها بالمحاليل القياسية ويسجل اللون علي انه اللون الحقيقي.

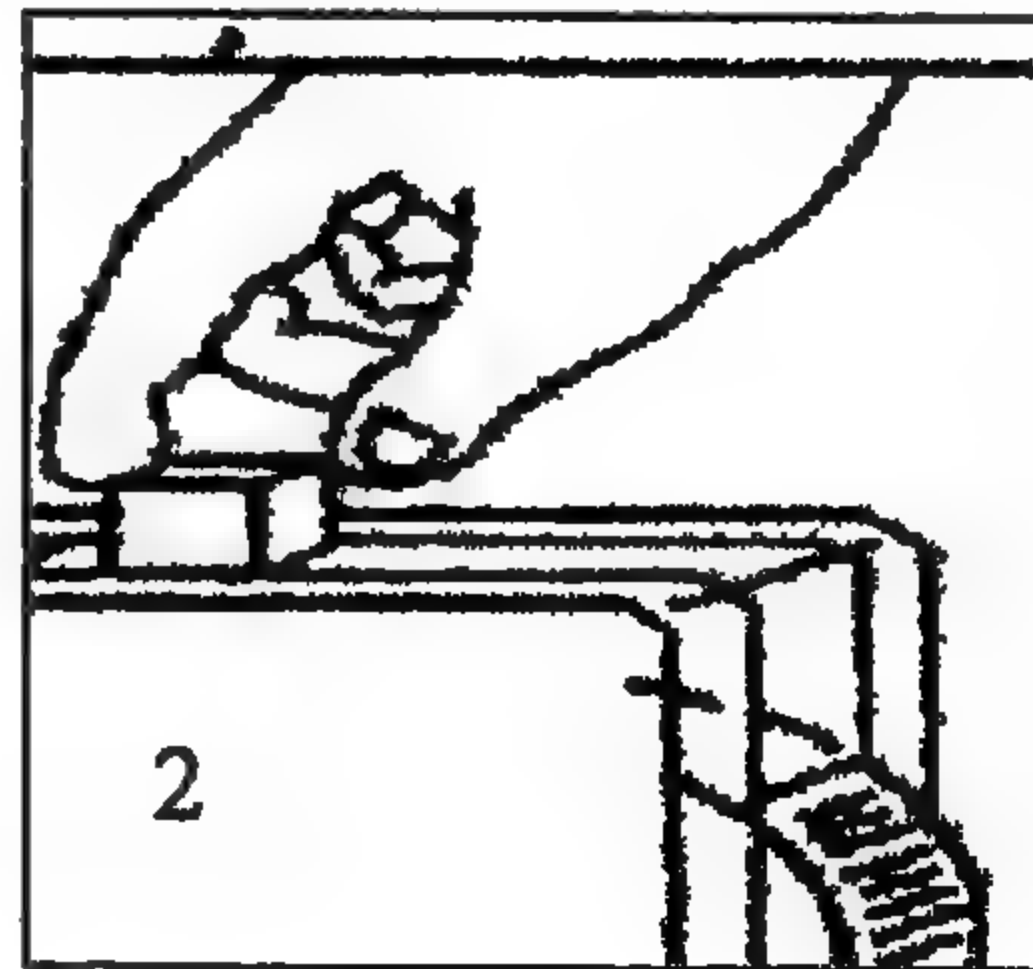
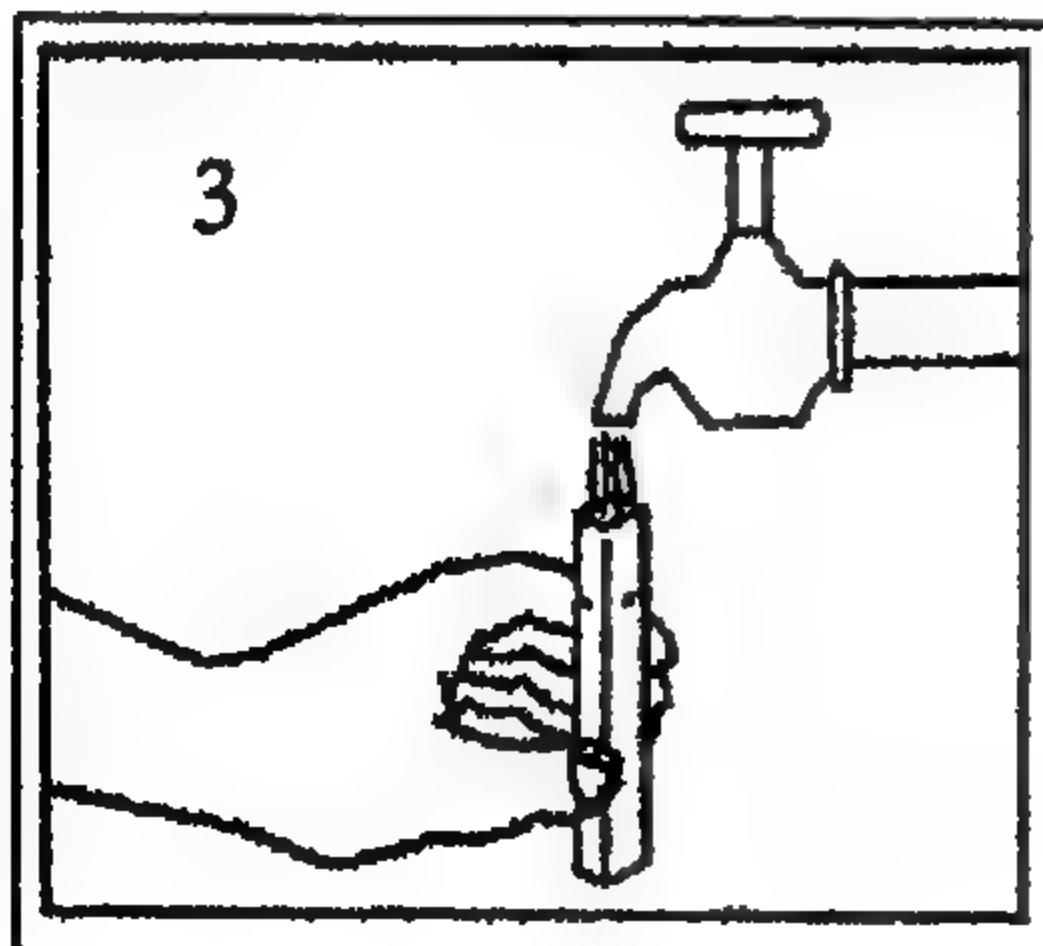
الحسابات

- تسجل قيمة اللون للعينة لا قرب محلول قياسي مماثل لا قرب 5 مجم بلاتين/ لتر.

- تحسب قيمة اللون من التخفيفات كما يلي :
وحدات اللون = $A \times 50 / B$
حيث أن: A = قيمة اللون للعينة التي تم تخفيفها
 B = حجم العينة المؤخوذة بالتخفيف بالملييلتر
- تحسب وتسجل قيمة اللون بإعداد صحيحة.
- 3 - طريقة قياس الكلور المتبقى بالكلورسكوب
- خطوات قياس الكلور المتبقى بالمياه المعالجة
- 1 - أغسل أنبوبة الاختبار الموجودة بالكلورسكوب 2 - 3 مرات ثم أملئها بالمياه المطلوب قياس الكلور المتبقى بها حتى العلامة بطرف الأنبوبة العلوى .



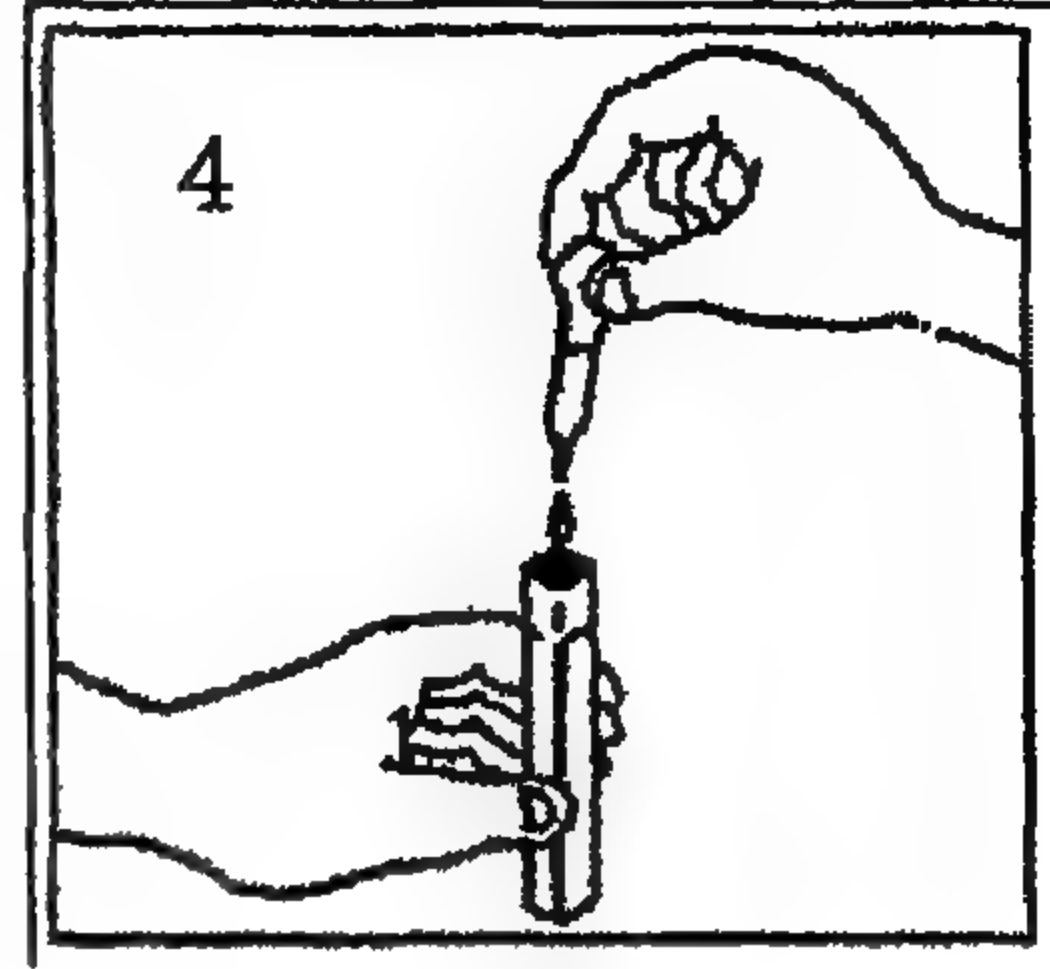
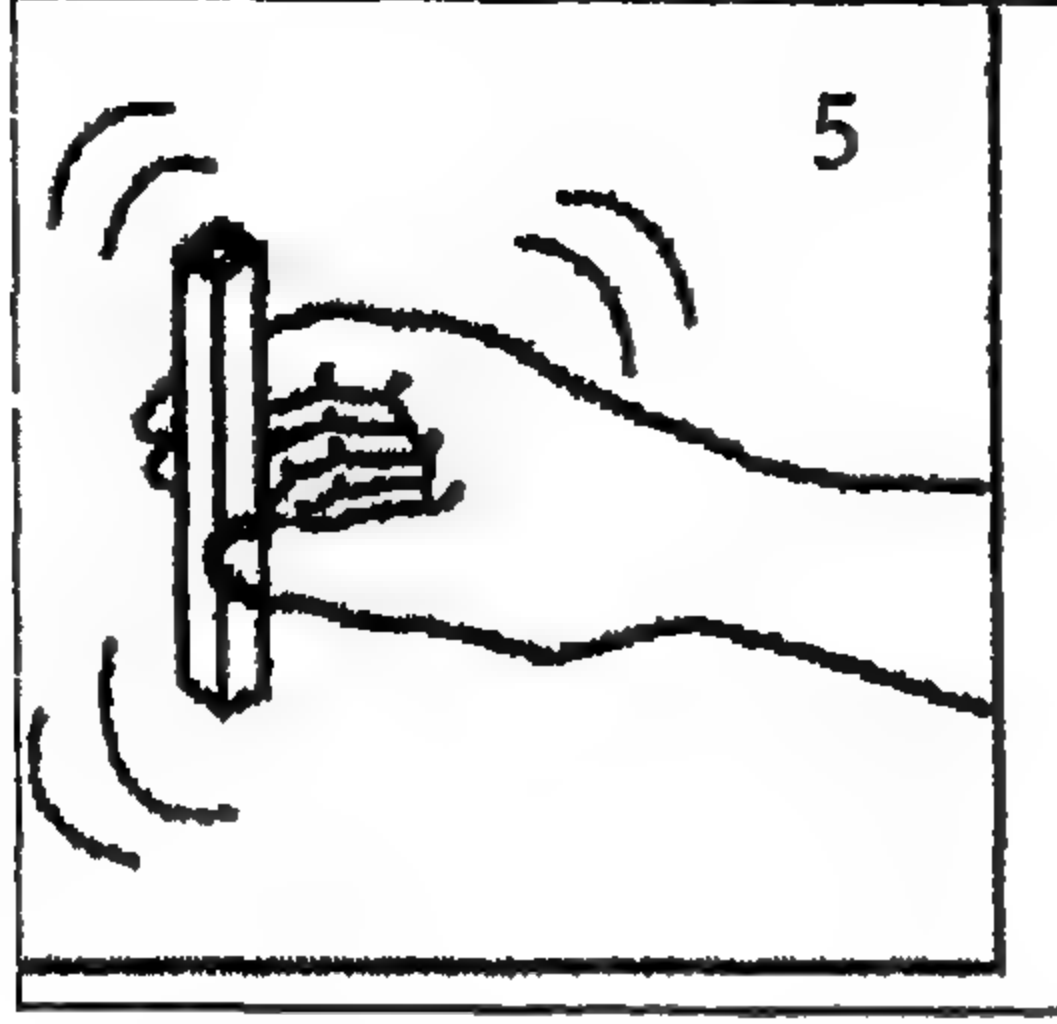
- 2 - ضع الأنبوبة فى الفتحة (ب) بالكلورسكوب التى بها الألوان القياسية للكلور المتبقى.
- 3 - أغسل الأنبوبة الثانية وأملئها بنفس المياه المطلوب قياس الكلور المتبقى بها.



الفصل السادس

4 - أضف عدداً من نقط المادة الكاشفة طبقاً للتعليمات.

5 - رج الأنبوبة من 3 - 5 ثواني لا أكثر لخلط المادة الكاشفة بالمياه

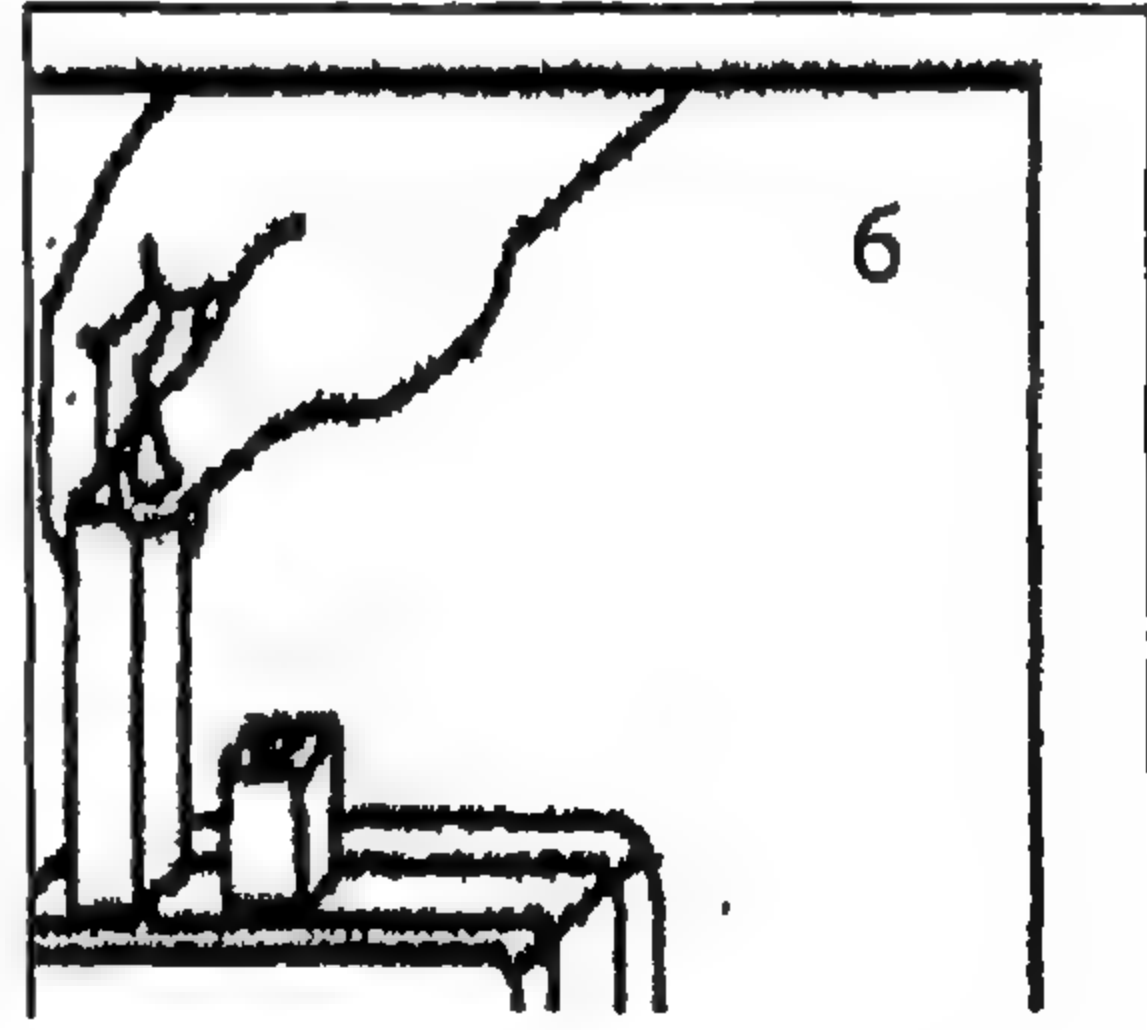
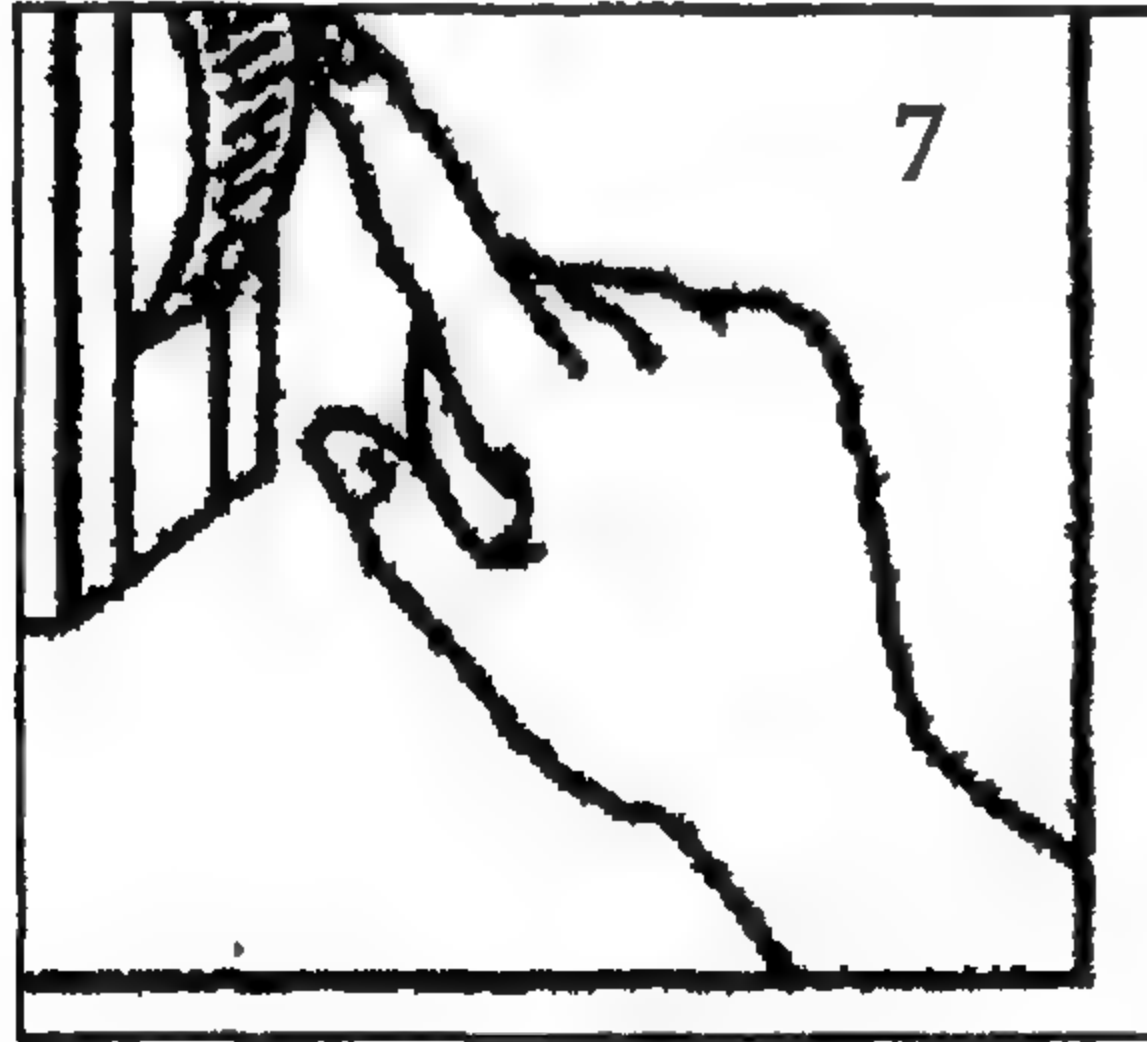


6 - ضع الأنبوبة في الفتحة (أ) بالكلورسكوب

7 - ضع الكلورسكوب أمام الضوء وأدر قرص الكلوروسكوب الذي به الألوان

القياسية حتى يكون اللون أمام الأنبوبة (ب) هو نفس اللون الذي ظهر في المياه

بالأنبوبة (أ). إقرأ نسبة الكلور المتبقى عند الفتحة (ج) مقدرة ملليجرام / اللتر 0



4 - تقدير العكارة في الماء

العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كأختبار لقياس مدى جودة

المياه، وتعتبر العكارة مؤشراً هاماً عند تحديد نوعية المياه سواء في المجال الصناعي

أو الاستخدام الآدمي. فبالنسبة لمياه الشرب يجب ألا تزيد عكارتها عن خمسة وحدة

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

عكارة (جاكسون) وذلك لاعتبارات صحية ، ولقد وضع هذا الحد لضمان كفاءة عمليات التطهير حيث تقوم المواد العالقة بحماية الكائنات الدقيقة من التعرض للمواد المطهرة أو المؤكسده ، بالإضافة إلى أن المواد العالقة لها القدرة على امتصاص المواد الضارة على حبيباتها مما يقلل الذوقية والانتفاعية للمياه . كما أن للمواد العالقة تأثيراً سلبياً على الكائنات المائية وذلك بالتداخل مع عمليات التنفس ودورة التكاثر أو التقليل من الغذاء المتاح . وتسبب العكارة منع اختراق الضوء في الماء إلى مسافات طويلة وتقليل الطبقة المضاءة وبالتالي تخفيض الإنتاجية الخضرية اللازمة في السلسلة الغذائية للكائنات المائية كما تسبب ارتفاع درجة حرارة سطح الماء لامتصاص جزيئات المواد العالقة للضوء وبذلك تمنع الخلط العمودي للماء وانتشار الأكسجين للأجزاء السفلي من الجسم المائي .

طريقة قياس العكارة (طريقة تشتت الضوء) Dispersion Method

ويستخدم جهاز قياس العكارة الكهربى Turbidimeter بوحدة Nephelom- etric Turbidity Units NTU او بوحدة JTU . Jakson Turbidity Unit . ويتم قياس العينات مباشرة بعد معايرة الجهاز باستخدام المحلول القياسي . واتباع خطوات تشغيل وقياس العينات المرفقة لكل جهاز .

أ - الأجهزة والأدوات

جهاز قياس العكارة (Turbidimeter) يجب أن يكون تصميم الجهاز بحيث تصل نسبة قليلة من الضوء المشتت إلى الكاشف في عدم وجود العكارة وأن يكون خالياً من الانحراف المحسوس وأن تسمح حساسية الجهاز بقياس تغير العكارة بمقدار 0.02 وحدة عكارة أو أقل . وأن يكون مدى الجهاز أقل من وحدة عكارة واحدة .

ب - الكواشف والكيمائيات

• ماء خالي من العكارة ويحضر بتمرير ماء مقطر على مرشح غشائي 0.45 ميكرومتر .

الفصل السادس

- محاليل عكارة عيارية يمكن الحصول عليها جاهزة ويمكن تحضيرها بخلط 5 مل من محلول كبريتات الهيدرازين 1% (ويحضر بإذابة 1 جم من المادة في 100 ماء خالي من العكارة) مع 5 مل من محلول سداسي ميثيلين رباعي الأمين 10% (ويحضر بإذابة 10 جم من المادة في 100 ماء خالي من العكارة) ويخفف في ورق عياري سعة 100 م ويترك الخليط لمدة 24 ساعة. تعادل عكارة هذا المحلول 400 وحدة عكارة (بمقياس جاكسون) وتحضر هذه المحاليل كل شهر. ويمكن تخفيفها بماء مقطر خالي من العكارة حسب حساسية الجهاز المستخدم ونوعية العينة المراد قياس درجة عكارتها.

ج - الطريقة والحساب

ترج العينة بشدة وتترك حتى تختفي كل الفقائيع منها ثم تصب العينة في أنبوبة جهاز تقدير العكارة وتقرأ درجة العكارة مباشرة من الجهاز.

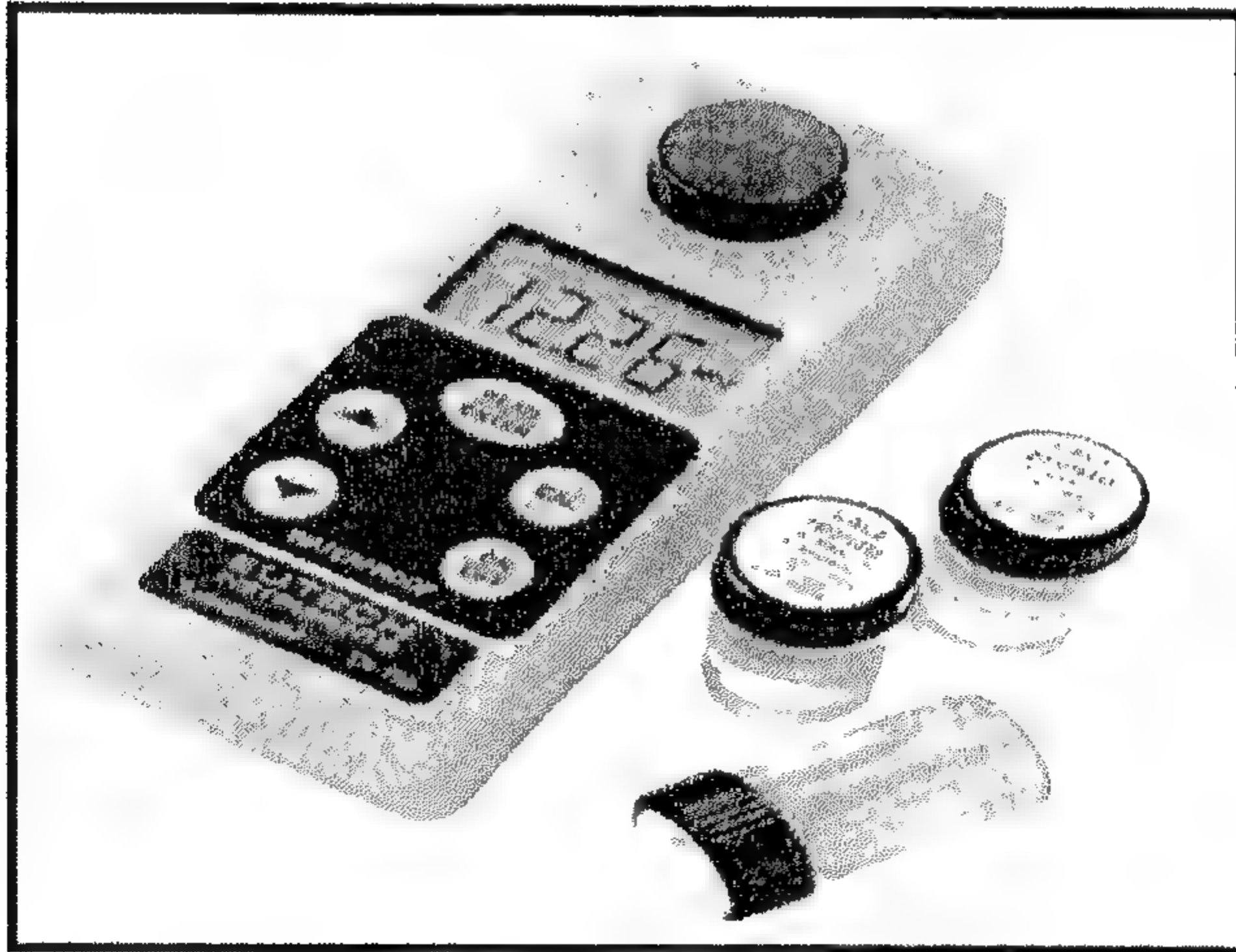
$$\text{درجة العكارة} = \text{أ} \times (\text{ب} + \text{س}) / \text{س}$$

حيث :

أ = درجة العكارة للعينة المخففة.

ب = حجم الماء المستعمل للتخفيف (مل).

س = حجم العينة المستخدمة للتخفيف (مل).



صورة لجهاز قياس العكارة

5 - قياس التوصيلية الكهربائية للماء

التوصيل الكهربى للماء (قياس قابلية الماء للتوصيل الكهربى) يتناسب مع القوة الايونية للماء ويعتمد على طبيعة المواد الايونية الذائبة فى الماء وتركيزها ودرجة حرارة القياس . والوحدة القياسية للتوصيل الكهربى تعطى بوحدة سيمنز / متر . أو ميكروسيمنز /سم .

تعطى التوصيلية الكهربائية للمياه فكرة عن تركيز الايونات والملوحة ، وكلما زادت قيمة التوصيلية نتوقع زيادة في تركيز الأيونات .

جدول 6-6

التوصيلية الكهربائية لمياه من مصادر مختلفة

مصدر الماء	التوصيلية الكهربائية ميكروسيمنز /سم
الماء النقي جدا	0.15 - 0.1
الماء المقطر	8 - 3
معظم مصادر مياه الشرب	1200 - 300
المياه السطحية	10000 - 100
المياه الضاربة في الملوحة	12500 - 3750
ماء البحر	60000 - 50000

ولقياس التوصيل الكهربى يجب معرفة ثابت الخلية والذى يقاس بمعرفة محلول قياسي وكذلك يجب معرفة درجة الحرارة واخذها فى الاعتبار عند قياس التوصيل الكهربى .

ويجب ان تترك الخلية دائما فى الماء عند عدم الاستعمال كما يجب ان تجرى القياسات فى موقع اخذ العينة وان تعذر ذلك تجرى عملية القياس فى اسرع وقت ممكن من وقت أخذ العينة .

الفصل السادس

بالإضافة إلى قياس التوصيلية الكهربائية يستخدم جهاز التوصيلية في قياس :

1. الأملاح الكلية الذائبة TDS

2. المقاومة النوعية

3. درجة الحرارة.

أ - المواد والأجهزة

- محلول كلوريد البوتاسيوم 0.01 مولار (KCl 0.01 M).

- جهاز التوصيلية

- عينات المياه

ب - طريقة القياس

1. استخدم محلول محلول كلوريد البوتاسيوم 0.01 مولار لتعيين ثابت

الخلية، حيث تبلغ قيمة التوصيلية لهذا المحلول عند درجة 25 مئوية 1413 ميكروسيمنز.

اتبع تعليمات جهاز التوصيلية لمعايرة اتوماتيكيا باستخدام هذا المحلول.

2. قس درجة حرارة عينة الماء.

3. عين التوصيلية الكهربائية للعينات.

حساب الأملاح الكلية الذائبة عن طريق التوصيلية الكهربائية

يمكن حساب الأملاح الكلية الذائبة تقريبا عن طريق قيمة التوصيلية الكهربائية للعينة، فبالنسبة لمياه الشرب والمياه العذبة عموما يمكن تقدير تركيز الأملاح الكلية الذائبة TDS لعينة ما من الماء عن طريق ضرب قيمة التوصيلية الكهربائية لهذه العينة في معامل معين طبقا لهذه المعادلة :

$$TDS = SC * 0.65$$

Where : TDS = Total Dissolved Solids in mg/L

SC = Specific Conductance (temperature corrected) in uS/cm

6 - تقدير نسبة الأملاح الكلية الذائبة

الماء الرائق الشفاف يحتوي علي مواد ذائبة مثل الأملاح والغازات والسوائل المخففة. عند تبخر الماء تتطاير الغازات وبعض المواد سهلة التطاير وتتبقى فقط المواد الصلبة غير المتطايرة وهي غالبا الأملاح. وبالتالي تعطي قيمة المواد الصلبة الذائبة تقديرا أوليا لمستوي تركيز الأملاح وبالتالي مدي صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة بدون الحاجة إلى تحاليل معقدة. ويتم تسخين مقدار حجم معين من الماء في كاس زجاجية عند درجة 105 مئوية حتي التبخر التام للماء ووزن الكاس والراسب المتبقي ومن ثم وزن المواد الصلبة الكلية الذائبة في العينة. وعادة ما يعبر عن ذلك بوحدة المليجرام لكل لتر أو بوحدة الجزء من المليون.

الطريقة الوزنية لتقدير الأملاح الكلية الذائبة

أساس هذه الطريقة تسخين عينة الاختبار ثم تجفيفها في فرن تجفيف إلى كتلة ثابتة عند $104 \pm 1^\circ \text{C}$ م.

أ - المواد والأجهزة

أجهزة المختبرات العادية بالإضافة إلى:

- طبق، يفضل أن يكون من البلاتين أو السيلكا أو الصيني أو البيركس.
- حمام مائي.
- مجفف
- ميزان حساس
- فرن تجفيف كهربائي ممكن ضبطه على درجة حرارة $104 \pm 1^\circ \text{C}$ م.

ب - طريقة الاختبار

- 1 - ترشح العينة بعناية ويؤخذ حجم العينة يمكن الحصول منه على مواد متبقية بين 25، 250 مليجرام.

ملحوظة : يكفي حساب مبدئي تقريبي للقيم التي يحصل عليها من التقديرات الأخرى لتقدير هذا الحجم.

- 2 - يجفف الطبق جيدا داخل الفرن ثم يوضع في المجفف.
- 2 - يوزن الطبق فارغا إلى دقة مقدارها 0.0001 جم حتي ثبات الوزن وتصب عينة الاختبار في الطبق وتوزن بنفس الدقة.
- 3 - يوضع الطبق على حمام مائي ويغلي بهدوء وتبخر العينة حتى الجفاف. ينقل الطبق إلى فرن مضبوط على درجة حرارة 104 ± 1 م حتى تمام الجفاف ثم يسمح بتبريده في مجفف حتى درجة حرارة الغرفة ويوزن لأقرب 0.0001 جم. يكرر الجفاف في الفرن حتى ثبات الوزن.

ج - طريقة الحساب

$$\text{المواد الصلبة الكلية الذائبة مجم / لتر} = \frac{\text{ب - أ} \times 1000}{\text{حجم العينة سم}^3}$$

- ب - وزن الطبق والمواد الصلبة .
أ - وزن الطبق فارغ .

7 - تقدير نسبة العسر الكلي في الماء

الماء العسر كما ذكرنا من قبل هو الماء الذي لا يكون رغوة مع الصابون لاحتوائه على املاح الكالسيوم والماغنيسيوم والتي ترسب املاح الحمض الدهني وهي المادة الفعالة في الصابون. ويعبر عن عسر الماء عادة في صورة تركيز ايونات كربونات الكالسيوم في الماء بوحدة جزء في المليون أو مليجرام في اللتر. والطريقة الشائعة لتقدير نسبة العسر الكلي هي طريقة الـ EDTA حيث تتفاعل ايونات الكالسيوم والماغنيسيوم مع EDTA في وجود الكاشف المناسب والرقم الهيدروجيني المناسب. يمكن تقدير ايونات الكالسيوم والماغنيسيوم باستخدام كاشف Eriochrome Black T عند رقم

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

هيدروجيني يساوي = 10، أو تقدير ايون الكالسيوم فقط (عسر الكالسيوم) باستخدام كاشف Murexid عند رقم هيدروجيني يساوي = 12.

أ - أساس الطريقة

ايثيلين ثنائي الأمين رابع حمض الخليك (EDTA) وأملاحه مع الصوديوم تكون مركباً قابلاً للذوبان عند إضافته إلى محلول يحتوي على كاتيونات معادن معينة. وعند إضافة كمية صغيرة من صبغة مثل أريكروم بلاكت إلى محلول مائي يحتوي على أيونات الكالسيوم والمغنسيوم عند رقم الهيدروجيني 10.0 ± 0.1 فإن المحلول يصير لونه أحمرًا خمرياً. وعند إضافة (EDTA) كمحلول معايرة، فإن الكالسيوم والمغنسيوم تتحول إلى مركبات معقدة. وبعد إضافة كمية كافية من (EDTA) لتكون مركباً معقداً مع جميع المغنسيوم والكالسيوم، فإن المحلول يتحول من اللون الأحمر الخمرى إلى الأزرق، وتكون هي نقطة التعادل. ولذلك تضاف كمية صغيرة من ملح (EDTA) المغنسيومي المتعادل إلى محلول ثابت الأس الهيدروجيني، وهي الخطوة التي تعطي تلقائياً ماغنسيوم كاف وفي نفس الوقت تلغي تصحيح التجربة الضابطة. ويزداد وضوح نقطة التعادل مع زيادة الرقم الهيدروجيني، وقد ثبت كفاية الرقم الهيدروجيني 10.0 ± 0.1 المفضل في هذه الطريقة.

والحد الأقصى لفترة المعايرة هو 5 دقائق لكي يقلل من احتمال تكوين راسب كربونات الكالسيوم.

ب - الكواشف والكمادات

أثناء التحليل تستخدم فقط الكواشف من الصنف التحليلي المعروف والمياه المقطره فقط أو المياه ذات النقاوة المكافئة، ما لم يذكر غير ذلك.

1. محلول منظم (ثابت) الأس الهيدروجيني $\text{pH} = 10$

الفصل السادس

يحضر عن طريق اذابة 16.9 جم من كلوريد الأمونيوم في 143 مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز، ويضاف 1.25 جم من ملح (EDTA) الماغنيسيومي المتعادل ثم يخفف إلى 250 مل بالماء.

وفي حالة عدم وجود ملح (EDTA) الماغنيسيومي، يذاب 1.179 جم من ملح ايثيلين ثنائي التميؤ، 780 جم من كبريتات الماغنسيوم أو 644 جم من كلوريد الماغنسيوم في 50 مل ماء. يضاف هذا المحلول إلى 16.9 جم من كلوريد الأمونيوم، 143 مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز مع الخلط، ثم يخفف إلى 250 مل بالماء. وللحصول على أعلى دقة، يضبط حتى التكافؤ التام بإضافة كمية صغيرة من (EDTA) أو كبريتات أو كلوريد الماغنسيوم.

يحفظ المحلول في عبوة من البلاستيك أو الزجاج المقاوم، مغلقة بإحكام لمنع فقدان الأمونيا أو امتصاص ثاني أكسيد الكربون. ويجب عدم التخزين لأكثر من شهر في عبوة معرضة للفتح المتكرر. يسحب محلول ثابت الأس الهيدروجيني بواسطة ماصة ويستغنى عنه عند عدم الحصول على رقم الهيدروجيني 10.0 ± 0.1 بإضافة 1 أو 2 مل إلى العينة عند نقطة التعادل للمعايرة.

2. ملح ادتا الصوديومي الثنائي EDTA 0.01 عياري

يوزن 3.721 جم من ايثيلين ثنائي الأمين رباعي الخلات ثنائي الصوديوم ثنائي التميؤ (EDTA) ثم يذاب في الماء ويخفف إلى 1000 مل. يضبط التركيز عن طريق المعايرة مع محلول الكالسيوم القياسي.

ويمكن استخدام الصنف النقي لملاح (EDTA) ثنائي الصوديوم ثنائي التميؤ إذا ترك محلول المعايرة ليستقر لعدة أيام ثم يرشح بعد ذلك. يذاب 4.0 جم من هذه المادة في 800 مل من الماء وتعاير مع محلول الكالسيوم القياسي. يضبط محلول المعايرة حتى يكون 1 مل مكافئاً 1 مجم كربونات كالسيوم.

وبسبب انتزاع محلول المعايرة للكاثيونات المسببة للعسر من الأوعية المصنوعة من الزجاج اللين ، فإنه يفضل أن يكون التخزين في قوارير من البولي ايثيلين أو البيركس إذا تعذرت الأول ي . يعادل التغير التدريجي عن طريق المعايرة من وقت لآخر ومعامل تصحيح مناسب .

3. دليل الأريكروم بلاك ت Eriochrom Black T ،

يحضر مخلوط من المسحوق الجاف عن طريق خلط 0.5 جم من الدليل مع 100 جم كلوريد صوديوم . ويقترب الدليل من الفساد وخاصة عند تعرضه للهواء الرطب .

4. محلول الكالسيوم القياسي

يوازن بالضبط 1 جم من مسحوق كربونات الكالسيوم اللامائي (معياري أساسي أو كاشف خاص به نسبة منخفضة من المعادن الثقيلة والقلويات والمغنسيوم) ، في قارورة أيرلنماير سعة 500 مل . يوضع قمع على رقبة القارورة ثم يضاف قليلاً من حمض الهيدروكلوريك المخفف (1+1) في المرة الواحدة ، حتى تذوب جميع كربونات الكالسيوم . يضاف 200 مل من الماء ثم يغلي لبضع دقائق حتى يطرد ثاني أكسيد الكربون . يبرد ثم يضاف بضع نقط من كاشف أحمر الميثيل ويضبط على اللون البرتقالي المتوسط بإضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم (3 عياري) أو حمض الهيدروكلوريك المخفف (1+1) حسب الطلب . ينقل كمياً في قارورة حجمية سعة 1000 مل ذي علامة واحدة ثم تملأ بالماء حتى العلامة .

1 مل من هذا المحلول القياسي يكون مكافئاً 1 مجم كربونات كالسيوم .

ج - طريقة القياس

يختار حجم من عينة الاختبار الذي يلزم له أقل من 15 مل من محلول المعايرة (EDTA) . ويجب ألا يزيد الوقت اللازم للمعايرة عن 5 دقائق ، محسوبة من وقت إضافة ثابت الأس الهيدروجيني .

الفصل السادس

يخفف 25 مل من العينة إلى 50 مل بالماء في وعاء من الصيني أو ورق مخروطي. يضاف من 1 إلى 2 مل محلول ثابت الأس الهيدروجيني، وعادة يكون 1 مل كافياً للحصول على رقم هيدروجيني 10.0 إلى 10.1 ويدل عدم ظهور تغير واضح في اللون عند نقطة التعادل على أن الدليل قد فسد.

تضاف كمية كافية من المسحوق الجاف للدليل (30 مجم)، ثم يضاف ببطء محلول المعايرة (EDTA) مع التقليب المستمرة، حتى يختفي اللون الأحمر الباهت من المحلول، مع إضافة النقط القليلة الأخيرة على فترات من 3 إلى 5 ثواني. يكون لون المحلول أزرقاً عند نقطة التعادل في الظروف العادية. ويفضل كلية ضوء النهار أو مصباح فلورسنت لأن الضوء المتوهجة العادية تحدث لوناً أحمر باهتاً في اللون الأزرق عند نقطة التعادل.

وإذا توافرت عينة كافية، مع عدم وجود تداخل، فإن الدقة تزداد عن طريق زيادة حجم العينة كما هو موضح فيما بعد. وفي حالة المياه الخارجة من جهاز التبادل الأيوني أو المياه الأخرى اليسرة وكذلك المياه الطبيعية ذات العسر المنخفض (أقل من 5 مجم/لتر)، تؤخذ عينة أكبر للمعايرة من 100 مل إلى 1000 مل، ثم تضاف كميات متناسبة من ثابت الأس الهيدروجيني والكاشف.

يضاف محلول المعايرة (EDTA) ببطء من سحاحة دقيقة، وتجري تجربة ضابطة (بلانك) باستخدام ماء معاد تقطيره أو عديم التأين في نفس حجم العينة، ومضاف إليه كميات مماثلة من ثابت الأس الهيدروجيني والكاشف.

د - الحسابات

تحتسب نسبة العسر مقدرة كمجرامات كربونات كالسيوم في اللتر من الصيغة:

$$\text{ح}^2 - \text{ح}^1 \times \frac{1000}{\text{ح} \times \text{ت}}$$

حيث :

ح 1 هو الحجم بالمليترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لمحلول الاختبار الضابط (البلاנק).

ح 2 هو الحجم بالمليترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لمحلول العينة.

ح هو الحجم بالمليترات لعينة الاختبار.

ت هي مكافئ كربونات الكالسيوم لمحلول المعايرة (EDTA)، المحسوب كمليجرامات كربونات الكالسيوم المناظرة للميلتر واحد من المحلول (في هذه الحالة ت = 1).

بعض الحسابات والعلاقات لعسر الماء

العسر الكلي ككربونات الكالسيوم مجم/لتر = عسر الكالسيوم + عسر الماغنيسيوم

عسر الماغنيسيوم = العسر الكلي - عسر الكالسيوم

العسر الكلي = $2.497 \times (\text{تركيز الكالسيوم مجم/لتر}) + 4.118 \times (\text{تركيز الماغنيسيوم مجم/لتر})$

تركيز الكالسيوم مجم/لتر = عسر الكالسيوم $\times 0.4004$

تركيز الماغنيسيوم مجم/لتر = عسر الماغنيسيوم $\times 0.243$

عسر الكالسيوم ككربونات الكالسيوم مجم/لتر = تركيز الكالسيوم مجم/لتر $\times 2.497$

عسر الماغنيسيوم ككربونات الكالسيوم مجم/لتر = تركيز الماغنيسيوم مجم/لتر $\times 4.118$

8 - تقدير نسبة الكالسيوم

تعد طريقة (EDTA) باستخدام الميروكسيد كدليل لتقدير نسبة الكالسيوم في مياه الشرب من أشهر الطرق التحليلية المستخدمة. وتعتمد فكرة التجربة على أساس أنه عند إضافة إيثيلين ثنائي الأمين رابع حمض الخليك (EDTA) أو أملاحه إلى الماء المحتوي على كلا من الكالسيوم والماغنسيوم، فإنه يتحد أولاً مع الكالسيوم الموجود، ويمكن تقدير الكالسيوم مباشرة باستخدام (EDTA) عن طريق زيادة الرقم الهيدروجيني

الفصل السادس

بدرجة تكفي لترسب أغلب الماغنسيوم على هيئة هيدروكسيد، باستخدام دليل يتحد فقط مع الكالسيوم . ويوجد دلائل عديدة تتغير في اللون عند النقطة التي يكون عندها جميع الكالسيوم مع (EDTA) مركباً معقداً عند رقم هيدروجيني من 12 إلى 13.

أ - الكواشف والكمائيات

1 - محلول هيدروكسيد الصوديوم (1 عياري).

2 - دليل الميروكسيد (بيربورات الامونيوم) :

: Murexide (Ammonium Perpurate)

يكون المخلوط المطحون لمسحوق الصيغة وكلوريد الصوديوم ، دليلاً ذا مظهر ثابت. ويجهز بخلط 200 مجم من الميروكسيد مع 100 جم كلوريد صوديوم صلبة ثم يطحن المخلوط إلى حجم من 300 إلى 400 ميكرون. ويجب إجراء المعايرة مباشرة بعد إضافة الدليل لكونه غير ثابت في المحلول القلوي.

3 - ملح ادتا الصوديومي الثنائي 0.01 EDTA عياري

ب - طريقة القياس

بسبب الرقم الهيدروجيني المرتفع المستخدم في هذه الطريقة، فإن المعايرة تتم مباشرة بعد إضافة القلوي. يستخدم 50 مل من عينة الاختبار أو حجم مناسب أقل، يخفف إلى 50 مل لكي تكون كمية الكالسيوم حوالي 5 إلى 10 مجم. تحلل المياه العسرة ذات القلوية التي تزيد على 300 مجم/لتر كربونات كالسيوم، يأخذ حجم أقل مناسب وتخفيفه إلى 50 مل أو بمعادلة القلوية بحمض والغلي لمدة دقيقة ثم التبريد قبل بدء المعايرة.

يضاف 2 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم، أو حجم كاف للحصول على رقم هيدروجيني من 12 إلى 13. يقلب ثم يضاف من 0.1 إلى 0.2 جرام من مخلوط الدليل ثم يتم معايرة العينة بإضافة محلول المعايرة (EDTA) ببطء، مع التقليب المستمر حتي نقطة التعادل.

ج - النتائج والحسابات

يحسب تركيز الكالسيوم مقدراً كمليجرامات الكالسيوم في اللتر من الصيغة :

$$\frac{0.4004 \times \text{ب} \times \text{ت} \times 1000}{\text{حجم العينة سم}^3} =$$

حيث :

ب الحجم بالمليترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لمحلول الاختبار .

ت مكافئ كربونات الكالسيوم لمحلول المعايرة (EDTA) .

0.4004 معامل تحويل كربونات الكالسيوم إلى كالسيوم .

ج - طريقة أخرى للحساب

تحسب نسبة عسر الكالسيوم مقدرة كمليجرامات كربونات كالسيوم في اللتر من

الصيغة :

$$\frac{\text{ب} - \text{أ} \times 1000 \times \text{ت}}{\text{حجم العينة مم}^3} =$$

حيث :

أ هو الحجم بالمليترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لاختبار الضابط .

(البلانك) .

ب هو الحجم بالمليترات لمحلول المعايرة (EDTA) المستخدم لمحلول العينة

ت هي مكافئ كربونات الكالسيوم لمحلول المعايرة (EDTA) ، المحسوب

كمليجرامات كربونات الكالسيوم المناظرة للمتر واحد من المحلول (في هذه

الحالة ت = 1) .

الفصل السادس

ثم يحسب الكالسيوم من المعادلة:

$$\text{تركيز الكالسيوم مجم/لتر} = \text{عسر الكالسيوم} \times 0.4004$$

حيث 0.4004 معامل تحويل كربونات الكالسيوم إلى كالسيوم.

9 - تقدير نسبة الماغنيسيوم

يمكن حساب نسبة الماغنيسيوم عن طريق الحسابات من المعادلات الآتية :

عسر الماغنيسيوم ككربونات كالسيوم مجم/لتر = العسر الكلي - عسر الكالسيوم

$$\text{تركيز الماغنيسيوم مجم/لتر} = \text{عسر الماغنيسيوم} \times 0.243$$

حيث 0.243 معامل تحويل كربونات الكالسيوم إلى ماغنيسيوم.

ملحوظة :

إذا كانت الكاتيونات الأخرى المسببة للعسر بكميات ملموسة، فيجب تقديرها وإدخالها في الحساب.

10 - القلوية الكلية Total Alkalinity

تنتج القلوية من وجود عناصر الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيدات لبعض العناصر مثل أملاح كربونات وبيكربونات الكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم، وتعتبر أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم هما أكثر الأملاح المسببة للقلوية. ويمكن اعتبار البورات والسليكات والفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من القلوية.

يؤثر كل من القلوية وتركيز أيون الهيدروجين في مياه الشرب علي كفاءة عمليات الترويب والتزغيب والترسيب الكيميائي.

أ - قياس القلوية الكلية

تقاس القلوية الكلية بمعادلة المواد المسببة للقلوية بحمض قوي معلوم العيارية باستخدام دليل مناسب كالمثيل البرتقالي والذي يعمل في مدى للرقم الهيدروجيني من 3.0 إلى 5.0.

ب - المواد والأجهزة

- حمض الكبريتيك 0.02 عياري
- كاشف الميثيل البرتقالي.
- أدوات المعايرة.

ج - طريقة القياس

1. يحضر حمض الكبريتيك 0.02 عياري بالتحفيف من تركيز قياسي عياري 1.0 او من تركيز عياري 0.1.
2. يحضر 0.02 عياري من بيكربونات الصوديوم لمعايرة حمض الكبريتيك.
3. تتم معايرة حمض الكبريتيك مع بيكربونات الصوديوم باستخدام الميثيل البرتقالي (نقطة التعادل هي اول نقطة لتغير اللون الاصفر إلى اللون البرتقالي)، ومن ثم نحصل على العيارية الدقيقة للحمض.
4. يعاير 50 مل من عينة الماء بالحمض في وجود الميثيل البرتقالي.

د - الحسابات

القلوية الكلية لعينة الماء مقيمة ككربونات الكالسيوم مجم/ لتر

$$\frac{[\text{عيارية الحمض} \times \text{حجم الحمض بالملي}][\text{الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم} \times 1000]}{\text{حجم العينة المأخوذ (50 مل)}} =$$

6 - 7. الاختبارات والفحوص البكتريولوجية لمياه الشرب

Bacteriological Examination and Tests for Drinking Water

6 - 7 - 1. الأسس العلمية لفلسفة الفحوص البكتريولوجية الروتينية لمياه الشرب [*]

في عام 1855 أكد العالمان الأمريكيان سنو وباد أن تفشي حمى التيفود والكوليرا يرتبط ارتباطاً وثيقاً ومباشراً بالمياه الملوثة بالفضلات البرازية. ومنذ ذلك الحين بات من الضروري وضع معايير لتحديد مدى ملائمة المياه لأغراض الشرب والاستحمام من خلال وجود طرق بسيطة وسريعة يمكن التعويل عليها للتأكد من جودة المياه وكافية لحماية الصحة العامة.

ولما كان من الصعب الكشف عن الكائنات الممرضة بطرق روتينية بسيطة وذلك لأن التعرف عليها يتطلب إجراء اختبارات تستغرق وقتاً طويلاً، كما أنها أيضاً اختبارات مكلفة اقتصادياً. أدى ذلك الأمر إلى تطور طرق فحص الكائنات البرازية الأخرى التي يشير عدم وجودها إلى تساؤل فرص وجود البكتريا الممرضة في المياه. وتعتبر هذه فكرة الكائنات الدليلة كقاعدة أساسية للمعايير البكتريولوجية لجودة المياه. وعلى الرغم من أهمية استخدام الكائنات الدليلة في تقييم جودة المياه إلا أن غيابها لا يؤكد بصورة قاطعة ولا يجزم أن المياه آمنة تماماً وتصلح للاستخدام الآدمي.

6 - 7 - 2. الكشف عن الميكروبات المرضية (كاشفات التلوث الحيوية)

الكشف عن الميكروبات الحيوية بالماء أمر بالغ الصعوبة إذا أن هذه الميكروبات قد توجد بإعداد قليلة مما يجعل من الصعب عزلها في مزارع نقية، كما أنه من السهل تمييزها بالشكل الخارجي عن الميكروبات الأخرى غير المرضية، فإذا ما أريد الكشف عنها وتمييزها عن غيرها، فإن ذلك يتطلب عملاً ومجهوداً كبيراً، ووقتاً طويلاً قد

[*] د ممدوح زكي مدير إدارة المياه بالمعامل المركزية لوزارة الصحة - مصر نقلاً عن مجلة العلميون إبريل

٢٠٠٨.

يحدث أثناء ه خطر، وبالرغم من ذلك، فقد لا يتوصل إلى نتائج مرضية، لكل هذه الصعوبات، فإنه يلجأ للكشف عن الميكروبات المرضية بطريقة غير مباشرة. ونظراً لأن أهم الأمراض التي تنتقل عن طريق المياه هي التيفود والباراتيفود / والكوليرا والدوسنتاريا المعوية، وهي كلها تتسبب عن ميكروبات معوية تأتي من المواد البرازية لذلك فإن وجود مياه مجاري في مياه الشرب يدل على أن هذه المياه خطيرة، إذ قد تحتوي على واحد أو أكثر من الميكروبات المرضية، السابق الإشارة إليها، ومن المعروف، أن أمعاء الإنسان، والحيوانات ذات الدم الحار، تحتوي على أعداد كبيرة من الميكروبات أغلبه من النوع غير الضار، ومن الميكروبات التي وجدت بكثرة في البراز *Escherichia coli* وعلى ذلك، فإن وجود ميكروب *E. coli* في ماء الشرب، يؤخذ كدليل حيوي على تلوث هذه المياه بمياه المجاري، إذ تعتبر هذه الميكروبات كاشفات للتلوث، ويعني هذا، أن المياه التي يوجد بها كاشفات التلوث يحتمل أن يوجد بها ميكروبات مرضية معوية، مثل هي التيفود والباراتيفود والكوليرا والدوسنتاريا المعوية، مثل تلك المسبب لشلل الأطفال.

والأسباب التي دعت لاختيار *E. coli* كدليل حيوي للكشف عن التلوث هي :-

- o أن الكشف عن هذه البكتيريا سهل وميسور.
- o أن هذه البكتيريا من السهل تناولها فهي غير ممرضة، ولا تضر القائمين بالعمل

o مصدرها برازي، وتوجد دائماً بالمياه الملوثة مادامت البكتيريا الممرضة موجودة بها.

o تعيش بالمياه لمدة أطول من الميكروبات المرضية.

o المياه السليمة غير الملوثة خالية من هذه البكتيريا.

ونظراً لأن بكتيريا *E. coli* مصدرها برازي، بينما يوجد أفراد أخرى من البكتيريا القولون، مصدرها غير برازي وقادرة أيضاً على تحليل سكر اللاكتوز، لحامض

الفصل السادس

وغاز مثل البكتريا التي توجد علي النباتات والحبوب وفي التربة ، ومثل البكتريا التي مصدرها القناة التنفسية .

لذلك فإنه بعد الكشف عن مجموعة بكتريا القولون بالمياه فإنه يجب التمييز بين الميكروبات المحلة لسكر اللاكتوز البرازية وغير البرازية ، حتي يتسني الحكم بدقة علي تلوث مياه الشرب بمياه المجاري أما باقي البكتريا المعوية ، فهي غير محللة لسكر اللاكتوز . تنتمي بكتريا coli Escherichia إلى ما يسمى بمجموعة بكتريا القولون وتتصف هذه المجموعة بأنها عصوية قصيرة ، سالبة لصبغة لجرام ، غير متجترمة ، اختيارية للهواء ، تحلل سكر اللاكتوز .

أولاً : الفحص البكتريولوجي للمياه .

الطرق المتبعة لتقدير أعداد البكتريا في الماء لا يعطي إلا جزء من العدد الفعلي للكائنات لأن معظم الميكروبات لا تنمو علي البيئة المستخدمة ولا يهمننا العدد الكلي بدرجة كبيرة مثل ما يهمننا بوجه خاص تواجد مجموعة بكتريا القولون التي قد تصل إلى المياه عن طريق التلوث بمياه المجاري ، وبكتريا القولون هي المجموعة التي تشمل كل الميكروبات الهوائية والاختيارية والتي تتميز بأنها عصويات قصيرة مستقيمة سالبة جرام - غير متحركة - تخمر سكر اللاكتوز مع إنتاج غاز . ولذلك فإنه لا اختبار صلاحية عينة المياه لأغراض الشرب والاستخدام المنزلي وللإستخدام في المصانع يجري عليها الآتي : .

• العد الكلي للميكروبات في عينة المياه .

• اختبار تلوث العينة بمياه المجاري .

طريقة أخذ العينات للتحليل

الشروط الواجب أخذها في الاعتبار عند أخذ عينة مياه للتحليل .

1. يجب أن تمثل العينة مصدر المياه المطلوبة فحصه .

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

2. يجب أخذ الاحتياطات اللازمة لعدم تلوث العينة أثناء أخذها.
3. عند أخذ العينة من ماء الحنفية يلاحظ تعقيم فوهة الحنفية باستخدام اللهب مع ترك الحنفية مفتوحة قبل اخذ العينة لمدة 5 دقائق.
4. عند اخذ العينة من ترعة أو نهر أو أي مصدر مياه آخر فإنه يجب أن تؤخذ من تحت سطح الماء وذلك بفتح غطاء الزجاجاة المعقمة تحت سطح الماء.
5. إذا كانت من مياه الطلمبات تترك الطلمبة تعمل فترة من الزمن تكفي للتخلص من المياه المخزنة بالمواسير وذلك قبل أخذ العينة.
6. إذا كانت من مياه معاملة بالكلور يوضع في زجاجة جمع العينات 0.02 جم مسحوق ثيوسلفات الصوديوم لكل لتر، حيث تتحد هذه المادة مع الكلور المتبقي بالمياه فتوقف تأثيره.
7. يجب أن تجري الاختبارات البكتريولوجية مباشرة بعد أخذ العينة وإذا وجد أن الزمن سوف يزيد عن 3 ساعات تحفظ العينات في ثلاجة من 5 إلى 10 لمنع حدوث أي تغير بالعينة.

العد الكلي للبكتيريا بالماء كدليل علي صلاحيته للشرب

تعتبر المقياس الأمريكي أن الماء صالحا للشرب إذا أحتوي علي عدد كلي من البكتريا أقل من 100 ميكروب ملي مقدرة بطريقة الأطباق علي بيئة الاجار، المحضن علي درجة 37 م لمدة 24 ساعة ويختلف العدد الناتج بطبيعة الحال باختلاف طريقة اخذ العينة وطريقة التقدير ونوع البيئة ودرجة حرارة التحضين وبالنسبة للمياه المعدنية فيجب أن لا يزيد عدد البكتريا الكلي عن 20 مل وفي المواصفات الأمريكية، فإن الماء الصالح للشرب، يجب أن يحتوي علي أقل من 2 بكتريا كولاي لكل 100 مل ماء، فإذا زاد العدد عن 100 كولاي لكل 100 مل فإن الماء لا يعتبر صالحا للشرب.

1) طريقة الأطباق المتعددة (MTF) Multiple tube fermentation .

الأدوات والمواد المستخدمة

- زجاجة عينة مياه معقمة.
- بيئة آجار التربتون والجلوكوز ومستخلص الخميرة
- أطباق بتري ومصاصات معقمة.
- أنابيب مياه مقطرة معقمة بكل أنبوبة 9 مل ماء

طريقة العمل :-

- 1 - رج عينة المياه جيداً حوالي 25 مرة .
- 2 - انقل بواسطة ماصة معقمة مقدار 1 مل من عينة الماء إلى أنبوبة بها 9 مل ماء معقم فيصبح التخفيف 10 - 1 .
- 3 - استمر في عمل سلسلة التخفيفات مع ملاحظة كتابة أرقام التخفيفات علي الأنابيب مع استعمال ماصة لكل تخفيف بشرط أن تكون معقمة .
- 4 - ينقل من أنابيب التخفيف 1 مل إلى أطباق بتري مع ترقيم الأطباق بما يتناسب مع كل تخفيف حيث يتم عمل طبقين من كل تخفيف مع ملاحظة استخدام ماصات معقمة لكل تخفيف علي حده أو استعمال ماصة واحدة معقمة على ان يكون النقل من التخفيف الأعلى إلى الأقل .
- 5 - يلي ذلك صب بيئة آجار التربتون والجلوكوز ومستخلص الخميرة علي الاطباق وذلك بعد إسالة البيئة وتبريدها الى 50 - 55 °م ثم تحضن الاطباق مقلوبة علي 37°م لمدة 48 ساعة .
- 6 - بعد انتهاء مدة التحضين يتم عد مجاميع الميكروبات علي الأطباق وتسجيل النتائج حيث تستبعد الأطباق التي بها أقل من 30 أو أكثر من 300 مستعمرة .
- 7 - خذ المتوسط الحسابي من كل طبقين من تخفيف واحد ثم أضرب في مقلوب التخفيف فينتج عدد البكتيريا في 1 مل من العينة .

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

إعدادات الميكروبات الكلية في 1 مل عينة مياه = متوسط إعدادات الميكروبات في

التخفيف \times مقلوب التخفيف

C.F.U = Colony Forming Unite

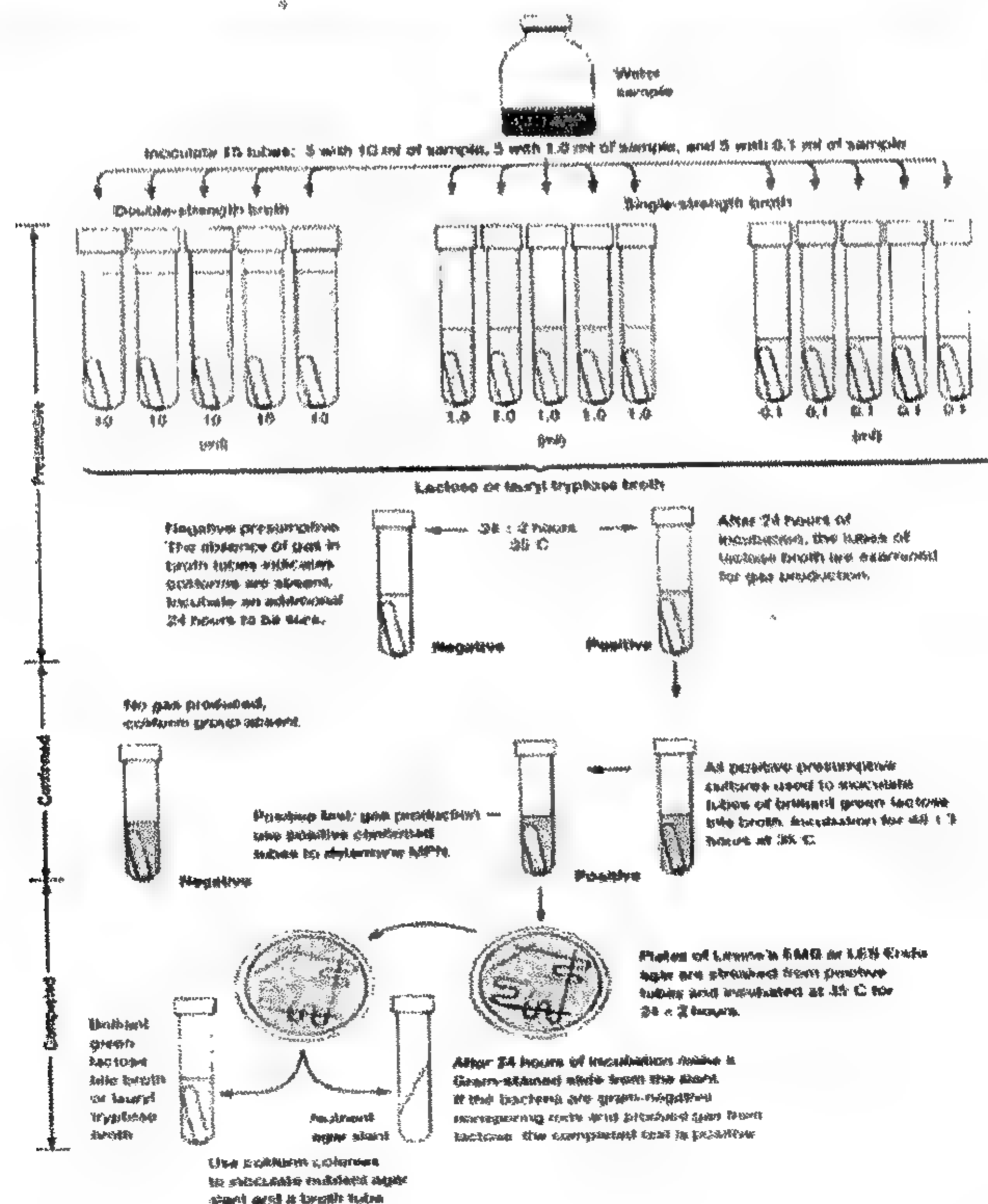
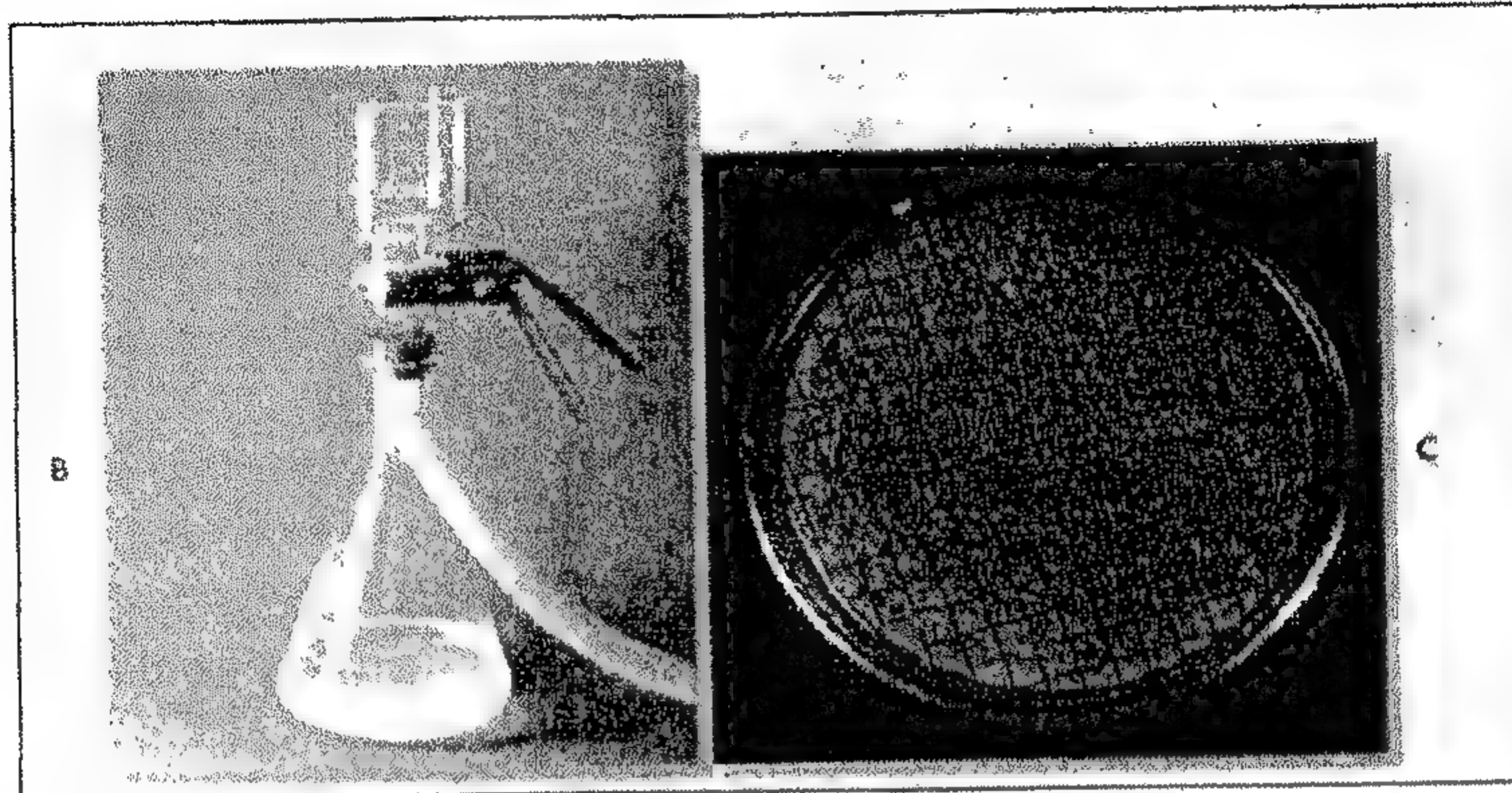


Figure 41.26 The Multiple-Tube Fermentation Test. The multiple-tube fermentation technique has been used for many years for the sanitary analysis of water. Lactose broth tubes are inoculated with different water volumes in the presumptive test. Tubes that are positive for gas production are inoculated into brilliant green lactose bile broth in the confirmed test, and positive tubes are used to calculate the most probable number (MPN) value. The completed test is used to establish that coliform bacteria are present.

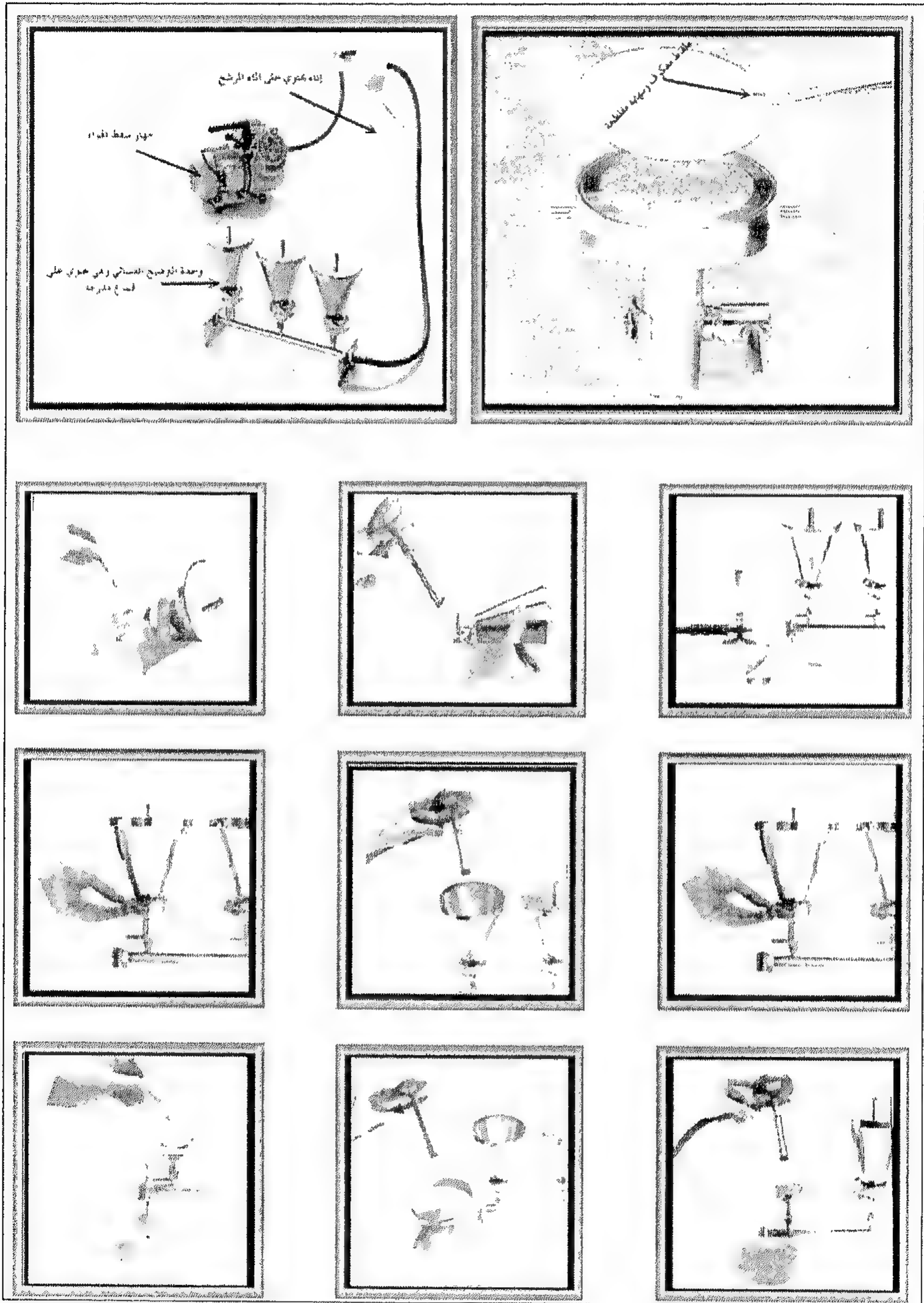
2) طريقة الترشيح بالاعشية (Membrane filtration (MF)

في هذه الطريقة يرشح حجم مناسب من عينة الماء، وكلما كان الماء أقل تلوثاً كلما كان حجم الماء المرشح أكثر فكمياه الشرب أو الآبار أو الينابيع مثلاً يأخذ 100 مل أو أكثر ولمياه الأنهار 10 مل أو 1 مل أو 0.1 مل، وهكذا ويستعمل مرشح غشائي قطر مسامه 0.45 ميكرون.

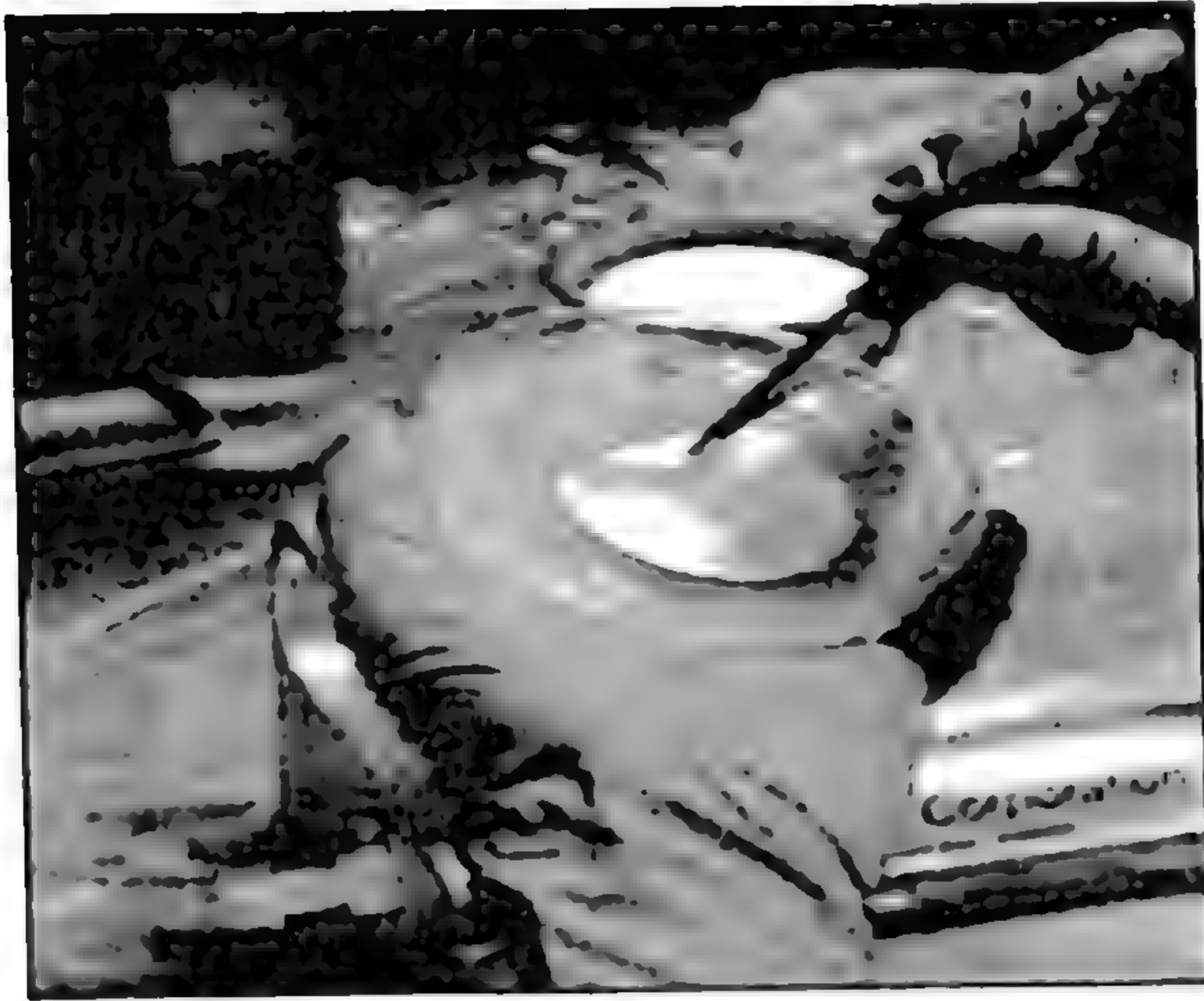
و يتم ترشيح حجم مقاس من الماء من خلال المرشح الغشائي وتحتجز البكتيريا علي سطحه، يرفع المرشح الغشائي بعد الانتهاء من الترشيح بملقط معقم بعد ذلك يتم حفظ المرشح الغشائي وما عليه من بكتيريا في وسط غذائي مناسب ويحضان في حضانة معملية لمدة 18 - 22 ساعة عند 37 مئوية، في خلال هذا الوقت تتكاثر القولونيات المقاومة للحرارة وتشكل مستعمرات. تلاحظ المستعمرات النامية حيث تظهر مستعمرات بكتيريا القولون النموذجية (على وسط Endo Agar و E.M.B Agar) بلون وردي أو أحمر داكن مع لمعة معدنية في وسطها وتعد هذه المستعمرات وتؤخذ الأطباق الحاوية 20 - 80 مستعمرة ويجب ألا تزيد عن 200 مستعمرة للمرشح الواحد ويحسب عددها في 100 مل من الماء. إذا كان عدد المستعمرات كبيراً يفضل إعادة الترشيح ويؤخذ حجم أقل من عينة الماء.

عدد المستعمرات المتكونة يدلنا علي درجة التلوث البرازي في العينة الأصلية. طريقة الفحص هذه سهلة الأداء ولكن وجود نسبة من المواد المسببة للعكارة في العينة (طين وطحالب) من الممكن أن تؤدي إلى تداخل في الفحص.

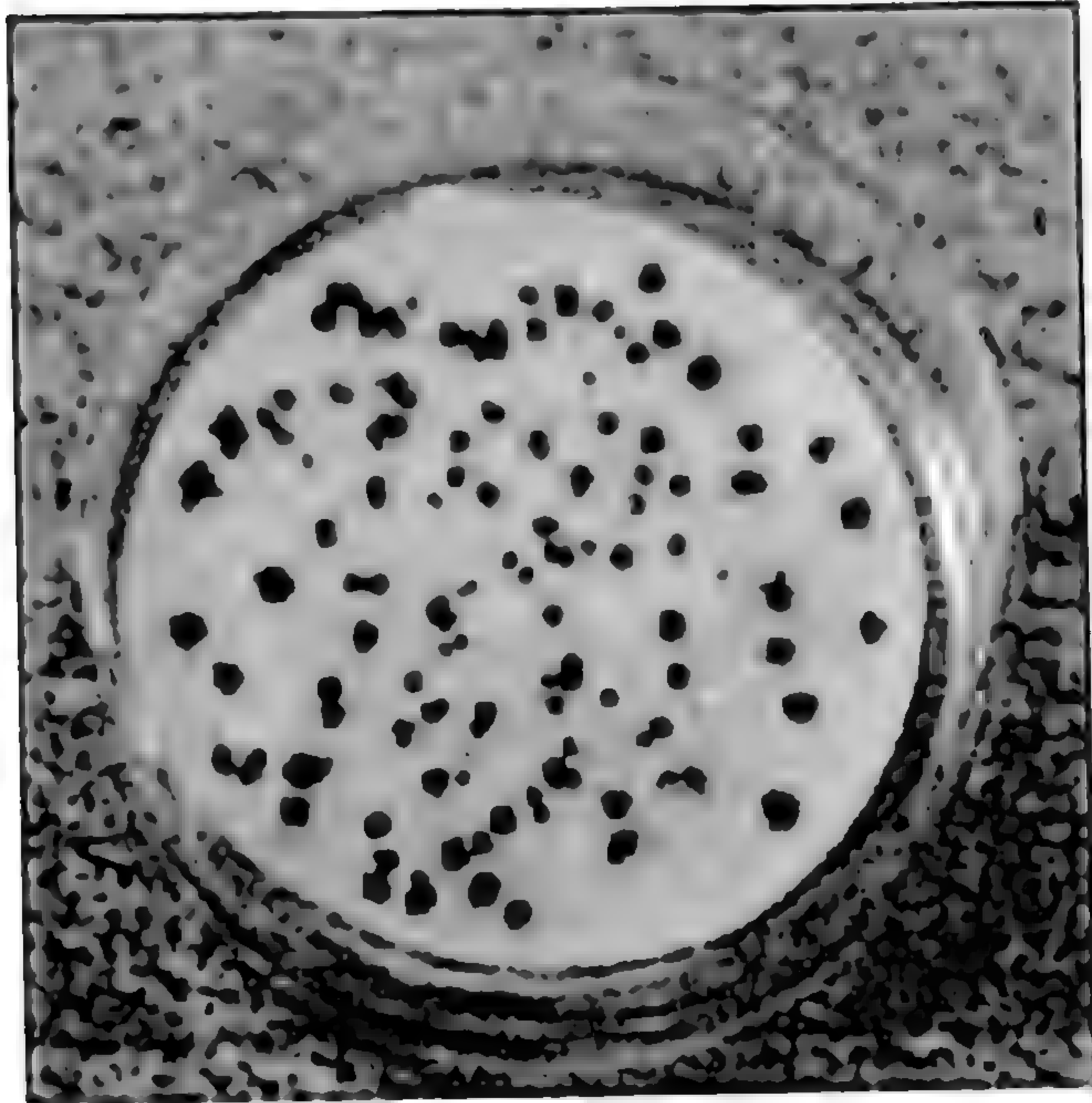
اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية



الخطوات العملية لطريقة الترشيح بالأغشية (الترشيح الغشائي)



صورة تبين ترشيح عينة الماء بطريقة الترشيح بالأغشية
ووضع غشاء الترشيح في الوسط الغذائي



صورة تبين نمو المستعمرات فوق غشاء الترشيح بعد تنمية البكتريا على الوسط الغذائي

2 - اختبار الكشف عن تلوث المياه بمياه المجاري

اختبار المياه للتلوث بمياه المجاري (وجود ميكروبات القولون) يجري في العاده علي ثلاث خطوات هي:

(1) الاختبار الاحتمالي.

(2) الاختبار التحقيقي.

(3) الاختبار التكميلي.

أولاً : الاختبار الاحتمالي

لاختبار وجود مجموعة ميكروبات القولون يجري ذلك الاختبار بتلقيح بيئة بوبتون اللاكتوز أو بيئة ماكونكي السائلة بعينه المياه المطلوب فحصها فإذا تكون حامض وغاز حوالي 10% أو أكثر من حجم أنبوبة جرهام في خلال 24 ساعة فان هذا الاختبار (الاحتمالي) يكون موجبا، أما إذا تكون حامض وغاز في هذه البيئة بعد 24 ساعة أخرى فان نتيجة الاختبار يكون مشكوكا فيها وعلي ذلك تجري الاختبارات الأخرى، إما عدم وجود الغاز والحامض بعد 48 ساعة فيؤخذ ذلك دليلا علي ان الماء غير ملوث وصالحا للشرب ولا داعي لإجراء أي اختبارات أخرى. ولإجراء الاختبار الاحتمالي تتبع الخطوات الآتية:

الأدوات والبيئات اللازمة

1 - عينة المياه .

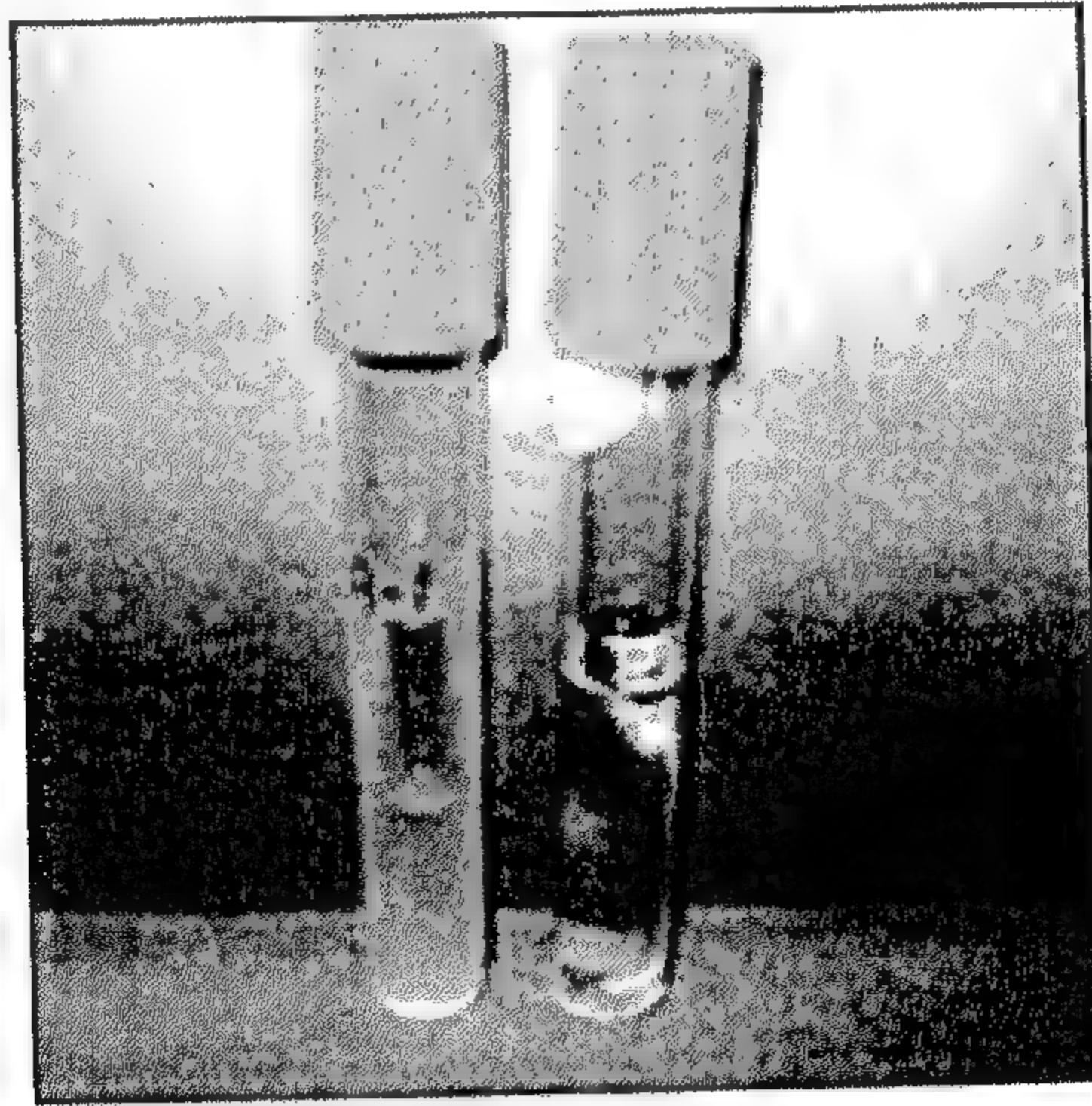
2 - عدد 25 انبوبة اختبار تحتوي كل منها علي 9 مل من بيئة بوبتون اللاكتوز المحتوية علي دليل بروم ثيمول بلو وأنبوبة جرهام أو بيئة ماكونكي السائلة.

3 - ماصات 1 سم معقمة.

4 - ماصات 10 سم معقمة.

خطوات العمل

1. رج عينة المياه جيداً حوالي 25 مرة
 2. انقل بواسطة ماصة معقمة مقدار 1 مل من عينة الماء إلى انبوبة بها 9 مل ماء معقم فيصبح التخفيف 10 - 1
 3. استمر في عمل سلسلة التخفيفات حتى التخفيف 10 - 5 مع ملاحظة كتابة ارقام التخفيفات علي الأنبيب مع استعمال ماصة واحدة لكل تخفيف بشرط أن تكون معقمة.
 4. لقح كل من كل تخفيف 5 أنابيب محتوية علي بيئة ماكونكي السائلة (كل منها يحتوي علي 9 مل بيئة) بمقدار 1 مل من التخفيف الخاص بها.
 5. حضن جميع الأنابيب (25 انبوبة ملقحة) علي 37 °م لمدة 24 ساعة
 6. اختبر الأنابيب لوجود حامضي (تغير لون البيئة من البنفسجي أو القرمزي إلى اللون الأصفر) وغاز (بنسبة 10% من انبوبة جر هام) بعد 24 ساعة فإذا لم يتكون غاز، حضن لمدة 24 ساعة أخرى ولاحظ نتيجة وجود الغاز من عدمه بعد كل مدة 24 ساعة، 48 ساعة.
- النتيجة: إذا لم تتكون غاز بعد 48 ساعة تعتبر النتيجة سلبية، ولا يتم اجراء الاختبارات التالية.



صورة تبين تكون الغاز في انبوبة جر هام

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

- ويجدر بالذكر أن عينات المياه التي تعطي نتيجة ايجابية في الاختبار الاحتمالي .
لا تعني ضرورة وجود ميكروبات القولون بها ، فقد يتكون الحامض والغاز لأسباب أخرى منها:
أ- وجود بكتريا لاهوائية محللة لسكر اللاكتوز مثل وجود أنواع من Clostridium مع بعض البكتريا الهوائية.
ب- وجود بكتيريا متجترمة . لها القدرة علي تحليل سكر اللاكتوز مع إنتاج حامض وغاز ، مثل بكتيريا Bacillus
ت- ظاهرة التنشيط (التأزر) وفيها يحلل أحد الميكروبات سكر اللاكتوز ، وينتج حامضا ومركبات وسطية . بينما يوجد ميكروب آخر يحلل بعض تلك المركبات الوسطية ، وينتج غاز ، مثل وجود ميكروبي الذي ينتج الحامض والذي ينتج الغاز ويلاحظ أن الغاز لا يتكون . إلا عند وجود الميكروبين معا بالوسط .

النتائج والحسابات

التخفيف

1 - 10

2 - 10

3 - 10

4 - 10

5 - 10

النتيجة الموجبة

5

5

3

2

1

• يتم تحديد P1 = أقل تخفيف يعطي أعلى نتيجة موجبة، يليها P2 و P3 إعداد ميكروبات القولون في 1 مل عينة مياه = قيمة P الجدولية χ مقلوب التخفيف الأوسط (تخفيف P2).

قيمة P الجدولية = يتم استخراجها من جدول كوكرن.

ثانياً : الاختبار التحقيقي (التأكيدي)

تنقل قليل من العينة المزروعة التي أعطت نتيجة موجبة في الاختبار الاحتمالي إلى أنابيب تحوي وسط Brillant Green Bile Lactose Broth بواسطة ماصة معقمة وتحضن بدرجة 37 مئوية لمدة 48 ساعة وعند تكون أي كمية من الغاز في الأنابيب تعتبر النتيجة موجبة للاختبار التأكيدي.

ثالثاً : الاختبار التكميلي

وهي الخطوة التي تتبع الفحص التأكيدي حيث يأخذ جزء من العينة المزروعة من كل أنبوب أعطى نتيجة موجبة من الفحص السابق ويخطط على وسط Endo Agar أو E.M.B Agar وبالسريعة الممكنة بعد ظهور الغاز وتحضن الأطباق بدرجة 37 مئوية وتلاحظ المستعمرات النموذجية التي تكون ذات مركز ولعة معدنية خضراء أو بدونها. أما المستعمرات غير النموذجية ستكون معتمة غير مركزية مخاطية وردية بعد 24 ساعة من الحضانة.

6 - 8. ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات المياه

يعتبر الحصول علي نتائج دقيقة موثوق فيها هدف اسمي يسعى إلى تحقيقه كل العاملين والمهتمين بمجال الاختبارات العملية، سواء كانت فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية.

فالمعامل القائمة في المؤسسات العلمية والصناعية والبيئية مثل معامل جودة المياه والصرف ذات أهمية كبرى، فهذه المعامل تعمل علي مراقبة وتوكيد جودة المنتج إلا وهو المياه المنتجة أو مياه الصرف المعالجة بحيث تتوافق هذه المياه مع المواصفات القياسية الموضوعة، مما يهدف إلى تطوير تقنيات معالجة المياه وضمان جودتها وسلامتها. فكل التطبيقات العلمية الحديثة قد افرزتها مؤسسات تمتلك معامل اختبارات تطبق أحدث نظم الجودة في الإدارة ومنها ضبط وتوكيد الجودة للحصول علي أدق النتائج.

فهناك خطأ شائع لدى العاملين في المعامل وخارجها وهو أن عدم الحصول على نتائج موثوقة، يتعلق بعملية التحليل نفسها، وهذا في الواقع غير صحيح. فعدم التطبيق الكامل لأنظمة ضبط وتوكيد الجودة داخل المعامل من أهم الأسباب التي تؤدي للحصول علي نتائج غير دقيقة.

يهدف نظام الجودة بالمعمل إلى تقليل نسبة الخطأ في نتائج الاختبارات العملية، وهذا النظام هو جزء من نظام توكيد وضمان الجودة (Quality Assurance System) الذي يعمل علي تطوير الأنظمة الإدارية في الجودة والعمليات التنفيذية والفنية داخل المعامل للتأكد من كفاءتها ودقة النتائج العملية. وتنص مواصفة الطرق القياسية لاختبار المياه ومياه الصرف

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20 Ed علي ضرورة تطبيق أنظمة ضبط وتوكيد الجودة لمعامل المياه والصرف

وذلك من أجل الحصول على نتائج موثوق فيها يتم تحليلها لعمل المراقبة والتحكم لجودة الماء.

ومن هنا نتبين أهمية تأكيد جودة النتائج العملية داخل معامل ومختبرات فحص جودة وسلامة المياه. ويتأتى ذلك من خلال إنشاء وتطبيق نظام لضبط الجودة بالمعمل يعتمد على الأنشطة والتقنيات التحليلية أي عمليات التحليل نفسها وهو يعني بدقة النتائج ومصداقيتها، ثم نظام تأكيد الجودة وهو خاص بتأكيد جودة جمع العينات وجودة الاختبارات والمعايرة من خلال تقييم ودراسة النتائج وتحليلها إحصائياً ومقارنتها بنتائج أخرى قياسية معتمدة.

ويمكننا تعريف ضبط الجودة داخل المعامل والمختبرات بأنه الأنشطة والتقنيات التي تستخدم لتحقيق متطلبات مواصفة قياسية معينة أو متطلبات طريقة تحليل معينة، وبالنسبة لمعامل جودة ونوعية المياه والصرف تعد مواصفة الطرق القياسية لاختبار المياه ومياه الصرف هي المواصفة المعتمدة لهذه المعامل طبقاً لتوصيات الوكالة الأمريكية لحماية البيئة وطبقاً لهذه المواصفة فإن عمليات ضبط الجودة تشمل الاجراءات التالية :

1. إجراء تجارب بلانك.
2. قياس متكرر .
3. تحليل عينات مضاف إليها تركيزات معلومة .
4. إصدار رسوم الضبط البيانية بنوعية التحاليل .
5. استخدام عينات مرجعية.

ويهدف نظام تأكيد الجودة بالمعمل للأهداف التالية:

- أ- التأكد من أن البيانات الناتجة من العمل دقيقة ويمكن الاعتماد والوثوق فيها.
- ب- التأكد من أن العينات المأخوذة ممثلة لمجتمع البحث او الدراسة.
- ت- التأكد من أن جميع العمليات العملية معتمدة حسب المواصفات القياسية الموضوع.

ث- التأكد من أن جميع المعدات والأجهزة قد تم معايرها وضبطها طبقاً المواصفات القياسية الموضوعة.

ج- التأكد من أن الإجراءات التصحيحية الجيدة فعالة وتطبق عند الحاجة إليها. تسعى المعامل التحليلية في العالم دائماً إلى إعطاء نتائج تحليلية صحيحة ودقيقة وإلى إثبات مستوى الدقة والصحة التي تتميز بها نتائجها، ويتحقق ذلك من خلال تطبيق نظم ضمان الجودة وإدخال آليات ضبط الجودة في متن العمليات التحليلية اليومية بشكل منهجي ومنظم.

وكما هو معلوم من خلال معايير جودة القياسات والتحليل أن تكون دقيقة وصحيحة وقابلة للمقارنة، ولهذا فإن برامج ضبط وتوكيد الجودة تعدّ أداة لتقييم صحة النتائج التحليلية وقابلية مقارنتها.

ومن ثم فإن تطبيق نظم ضبط وتوكيد الجودة من أهم الطرق للحصول على نتائج موثوق فيها وذات درجة عالية من المصادقية.

ومعامل تحليل واختبار جودة المياه يجري فيها العديد من الاختبارات الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية التي تحدد نوعية وخصائص ومتطلبات جودة وسلامة المياه، وتتم هذه الاختبارات بصورة روتينية يومية مما يستلزم التأكد من جودة هذه الاختبارات ودقتها. ويتم ذلك من خلال نظام دقيق لضبط وتوكيد الجودة يشمل الأفراد والأجهزة وتقنيات وطرق الاختبارات نفسها.

مقاييس ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات فحص جودة المياه

هناك العديد من المقاييس والمحددات لعملية ضبط الجودة داخل المختبر فعند توافر هذه المقاييس وتطبيقها بفعالية وكفاءة فإن عمليات ضبط الجودة تتحقق وتسير في الاتجاه الصحيح والمقاييس الآتية هي أهم المقاييس المطلوب توافرها داخل معامل مياه الصرف:

o نظافة وسلامة وأمان منشآت ومرافق العمل.

الفصل السادس

- o التدريب الجيد لأفراد العمل.
- o صيانة معدات وأجهزة العمل.
- o الكواشف والمحاليل المعملية.
- o جودة الماء المستخدم داخل المعمل.
- o تنظيف المعدات المعملية.
- o معايرة وضبط الأجهزة المعملية.

1 - نظافة وسلامة وأمان منشآت ومرافق المعمل.

تتميز معامل مياه الصرف بأنها تتعامل مع عينات مياه ملوثة لذلك يجب الحرص عند تداول ونقل وتحليل العينات لضمان سلامة وصحة العاملين بالمعمل، والتأكد من عدم تعرضهم لمخاطر بيولوجية ممرضة جراء تعاملهم مع عينات مياه الصرف. ولهذا فلا بد للمعمل أن يكون نظيفاً ومنظماً ومرتباً في كل الأوقات وفي جميع الحالات، ويراعي تطهير المعمل بعد إجراء التحليل وفي آخر اليوم بعد انتهاء العمل بالمعمل. والقيام بالنظافة الدورية للمعمل، كما يراعى وبقدر الإمكان المحافظة على درجة الحرارة في حدود درجة حرارة الغرفة، والحرص يتخذ لضمان جودة الهواء داخل المختبر.

2 - التدريب الجيد لأفراد المعمل

التدريب المبدئي لأفراد المختبر الجدد يعد من الأولويات لزيادة واكتساب المهارات التحليلية الفنية. كما يتم عقد دورات تدريبية منتظمة بصورة مستمرة لتأكيد الكفاءة والمحافظة على المهارات التحليلية المكتسبة. كما يراعى إعطاء شهادة تشغيل (خبرة) لازمة وضرورية لجميع أفراد المختبر العاملين في المؤسسة عند اجتيازهم بنجاح الدورات التدريبية.

3 - صيانة معدات وأجهزة المعمل

لا بد من وجود ملف كامل لكل معد ولكل جهاز داخل المعمل كل ملف يحتوي علي الشركة المنتجة للجهاز وكتالوج التشغيل والصيانة وبيان بالصيانة الوقائية وتسجيل لكل حالات وعمليات الصيانة التي أجريت للجهاز مع ايضاح المشكلة أو العطل بالتفصيل وتاريخ الاصلاح وزمنه ومن قام به والتكلفة. لتحديد مدي تأثير قصور اي جهاز علي النتائج التحليلية.

(علي سبيل المثال الموازين الحساسة تصان كل عام ، مجسات الامونيا والاكسجين الذائب تستبدل في حالة تكرار القراءات غير الصحيحة).

يوضع جدول زمني لصيانة كل جهاز من اجهزة المعمل يلتزم به كافة العاملين بالمعمل. كافة اجراءات وخطوات صيانة ونظافة اجهزة المعمل توجد في ملف خاص متاح لكافة افراد المعمل.

4 - الكواشف والمحاليل العملية

- الكواشف والمحاليل العملية لا بد ان تكون من كيمائيات الدرجة القياسية التحليلية ذات النقاء العالي. لا بد من وضع ملصقات تبين لكل كاشف به تاريخ وصوله وتاريخ فتحه - كل المحاليل الكيميائية والكواشف يوضع عليه ملصق به تاريخ التحضير واسم المحضر والتركيز وتاريخ انتهاء الصلاحية.

- الكيمائيات تخزن بعيدا عن ضوء الشمس أو تخزن في الثلاجة في حالة الضرورة لعدم فسادها. الحرص مطلوب لعدم تلوث الكواشف لبعضها البعض والحرص في وضع الكواشف المتوافقة وغير المتوافقة.

- المحاليل التي فتحت منذ أكثر من عام يتم التخلص منها فورا وتطلب أو تحضر محاليل جديدة.

الفصل السادس

- عمر الرف لجميع الكيماويات لابد ان يراقب ويلاحظ جيدا وباستمرار .
- كل الكيماويات تخزن بطرق امنة ومراعاة قواعد السلامة والامان في تخزينها وتداولها .
- كل الكيماويات لها ملف يبين استهلاكها والكميات المستهلكة والاختبارات التي استهلكت بها .

5 - جودة الماء المستخدم داخل العمل

الماء المقطر أو المنزوع الأملاح المنتج داخل العمل لابد ان يكون ذا جودة ونقاوة عالية طبقا للمواصفات الموضوعه الخاصة ولابد من تطبيق نظم ضبط الجودة علي الماء المستخدم في المختبر . وقد تحتاج بعض الاختبارات العملية ماء ذات نقاوة معينة وظروف خاصة لتحضير هذا الماء، فمثلا الماء المستخدم في قياسات الامونيا لابد ان يمر من خلال وحدة للتبادل الايوني لضمان خلوه من الامونيا . والماء المستخدم في قياس الامونيا لابد أن يحضر قبل الاستخدام بدقائق لضمان عدم امتصاص الماء للامونيا الموجودة في الجو . وعموما يخزن الماء المقطر داخل أوعية نظيفة ومحكمة الإغلاق .

لابد من القيام بتحليل الماء المقطر فور إنتاجه للتأكد من مطابقته للمواصفات ولعرفة مكوناته وخصائصه الكيميائية وللتأكد من جودته .

يوضع ملصق علي الاوعية التي يخزن فيها الماء المقطر مبين عليها تاريخ إنتاج الماء المقطر وكميته، ومواصفاته الكيميائية كنسبة الأملاح الذائبة والتوصيلية الكهربائية والمقاومة الكهربائية والرقم الهيدروجيني .

أما بالنسبة الماء المستخدم في الاختبارات الميكروبيولوجية وهو الماء الذي يستخدم في الاختبارات العملية الميكروبيولوجية ويتطلب هذا الماء ان يكون عالي النقاوة ويحتوي علي نسب ضئيلة جدا من العوامل الميكروبيولوجية، وتتم عملية توكيد الجودة بالكشف عن جودة هذا الماء كما يوضح الجدول التالي:

جدول 6 - 7

المحدد	مدي النتيجة	معدل المراقبة والتفتيش
التوصيلية الكهربائية	أقل من 2 ميكروموه /سم عند 25 مئوية	مرة شهريا
الكلور المتبقي الكلي	أقل من حد التمييز	مرة شهريا
العناصر الثقيلة لكل عنصر	أقل من 0.05 مجم /لتر	مرة سنويا
العد البكتيري الهيتروتروفيك	أقل من 500 وحدة (مستعمرة) /مل	مرة شهريا
اختبار جودة الماء (الصلاحية الحيوية)	نسبة من 0.8 - 3.0	مرة سنويا

6 - تنظيف المعدات المعملية

بعد كل استعمال الأواني المعملية تغسل بمسحوق تنظيف وتشطف بماء الصنبور عدة مرات ثم تشطف بماء مقطر عدة مرات وتجفف وتخزن داخل دولاب التخزين المخصص لها. وطريقة غسل الأواني الزجاجية المعملية تعتمد علي نوعية استخدام هذه الزجاجات وطبيعة كل اختبار فعلي سبيل المثال الأواني المستخدمة في اختبار الفسفور تغسل بمسحوق تنظيف خالي من الفسفور ثم تغسل بحمض بعد كل استعمال وتحفظ بعيدا عن باقي الزجاجات المعملية، الزجاجات المعملية تحفظ جافة دائما.

7 - معايرة وضبط الأجهزة المعملية

أجهزة قياس الأس الهيدروجيني والأكسجين الذائب والكترودات الامونيا لابد ان تعاير يوميا قبل كل استعمال وإذا كان الاستعمال متكرر علي مدار اليوم فلا بد أن تعاير كل ساعتين. حرارة حضانات BOD و ثلاجات حفظ العينات لابد أن تقاس بالترموترات داخل هذه الأجهزة بغمسها في ماء مقطر داخل كل جهاز ونسجل درجة الحرارة يوميا داخل كتيب المختبر. درجة حرارة الأفران وأفران الحرق والحمامات

المائية والحضانات البكتيريولوجية تسجل عند كل استخدام لهذه الأجهزة في كتيب استخدام الجهاز، ولو كانت الحرارة بعيدة عند المدي القياسي لها تضبط الترموستات (منظم الحرارة) ويسجل الضبط في كتيب المختبر وزمنه وتاريخه.

لا بد أن يوجد بالمختبر ترمومتر قياسي أمام تضبط عليه جميع ترمومترات المختبر كما أن جميع الترمومترات الكهربائية يعاد ضبطها مرة كل ستة شهور داخل معمل خارجي معتمد (مثل معهد المعايرة والقياس بمصر). عند قياس وضبط ترمومترات المختبر فإن بعض الترمومترات يوجد بها بعض الحيود عن القيمة القياسية ولهذا تضبط عن طريق معمل تصحيح (Correction factor) وهذا المختبر لا بد أن يسجل لكل ترمومتر وعند كل قياس. الموازين العملية الحساسة تعالير وتضبط يوميا (الموازين الحديثة تعالير نفسها اتوماتيكيا مرتين يوميا). والمعايرة تفحص وتراجع مرة أسبوعياً بموازين قياسية S weight عند فئة المليجرام والجرام. الاوزان المستخدمة في المعايرة تسجل في كتيب المختبر. إذا زاد حيود الميزان عن 0.5 مجم لا بد من ضبط الميزان عند الصانع.

6 - 9. المهارات الأساسية التي يجب ان يعرفها المحلل الكيميائي داخل معامل ومختبرات المياه

لا بد أن يتحلى العاملون بالمختبر وبالطبع مدير المختبر بكثير من المهارات العملية والمعارف العلمية الصحيحة والدقيقة وذلك لسهولة أداء عملهم وللتأكد من مصداقية ودقة النتائج المتوقع الحصول عليها، وهذه المهارات قد سبق تعلمها خلال الدراسة الجامعية وبعضها الآخر يتأتى بالتدريب العلمي الصحيح، وبعضها الآخر يتم اكتسابه من خبرة العاملين ذو الخبرة العملية بالإضافة إلى اكتساب المعرفة من خلال الكتب والمراجع العلمية والدراسات البحثية. ويمكن اجمال المهارات المفروض معرفتها في معامل ومختبرات المياه بالآتي :

اختبارات ولحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

- مهارات خاصة بالاختبارات والعينات.
- مهارات خاصة بالأجهزة والمعدات العملية.
- مهارات خاصة بالعمليات والطرق العملية الرئيسية.
- مهارات خاصة بضبط وتأكيد الجودة.
- مهارات خاصة بالكيمائيات والكواشف والمخلفات العملية.
- مهارات خاصة بأمان وسلامة المختبر.
- مهارات خاصة بالمصطلحات والتعريفات.
- المهارات الرياضية والحسابية.

أولاً: بالنسبة للاختبارات والعينات and sampling Laboratory Tests

لابد لمحلل مياه الشرب water laboratory analyst ان يعرف جيداً وبصورة كاملة الاختبارات التي سوف يقوم بها سواء كانت هذه الاختبارات فيزيائية أو كيميائية والاختبارات التالية تعد أكثر الاختبارات التي تتم داخل معمل مياه الشرب.

- o القلوية الكلية Alkalinity.
- o العسر الكلي Total Hardness .
- o عسر الكالسيوم Calcium Hardness .
- o الكالسيوم والمغنيسيوم Ca & Mg .
- o الكلوريد Chloride .
- o الأمونيا Ammonia .
- o الكلور المتبقي (Chlorine residual) .
- o الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen .
- o التوصيلية الكهربائية Conductivity .
- o البكتريا القلونية الكلية Total Coliform .

الفصل السادس

- o البكتريا القلونية البرازية Fecal Coliform Bacteria .
 - o النترات / النيتريت Nitrate/Nitrite .
 - o جهد الأكسدة والاختزال Oxidation Reduction Potential .
 - o الأس الهيدروجيني pH .
 - o الفوسفور Phosphorus .
 - o المواد الكلية الذائبة Total Dissolved Solids .
 - o العكارة Turbidity .
 - o السيليكا Silica .
 - o الحديد والمنجنيز Iron & Manganese .
- أما بالنسبة للأختبارات عامة لابد لمحلل مياه الشرب ان يعرف ما يلي:

أولاً : طرق جمع العينات والاختبارات

- التعريف الأساسي للاختبار .
- كيف سيتم جمع العينة بواسطة المعمل .
- 1 - ما نوع العينة (هل العينة بسيطة أم مركبة) .
- 2 - ما نوع الوعاء الذي ستجمع فيه العينة .
- 3 - مكان اخذ العينة .
- ما هي الطرق المعتمدة لحفظ العينة .
- ما الوقت التي يستغرقه جامع العينة من بدء جمعها لايصالها المعمل .
- كيفية تسجيل البيانات علي العينات .
- كيف ستحلل المنشأة العينة .
- 1. أين يمكن إيجاد الطرق المعتمدة لتحليل العينة .
- 2. ما هي الطرق المعتمدة لتحليل العينة .

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

3. أسماء والغرض من الكواشف والمواد الكيميائية المستخدمة في التحليل.
4. ما هي المعدات والأجهزة المستخدمة في التحليل.
5. ما هي التدخلات التي يمكن ان تتداخل مع العينات.
6. ما الذي يمكن عمله لمنع التدخلات من التداخل في التحليل.
- كيف يمكن عمل الحسابات المصاحبة لكل تحليل.
- ما هي مقاييس ضبط وتأكيد الجودة المفروض إتباعها.

ثانياً: المعدات والأجهزة Laboratory Apparatus and Equipment

لابد للمحلل الكيميائي أن يعرف جيداً وبصورة كاملة الأجهزة التي سوف يتعامل معها ويستخدمها سواء كانت هذه الأجهزة فيزيائية أو كيميائية.

ومن الأجهزة والأدوات الشائعة التي يكاد لا يخلو منها معمل كيميائي للمياه

- الموازين الحساسة.

- جهاز قياس الأس الهيدروجيني

- جهاز تقطير المياه.

- جهاز الطيف المرئي.

- العديد من الأدوات الزجاجية

ومن أجل الاستخدام السليم للأجهزة والأدوات داخل المعمل لابد لمحلل مياه

الشرب ان يعرف ما يلي:

- أي الاختبارات التي سوف يستخدم فيها كل جهاز.

- كيفية تشغيل وإدارة الأجهزة.

- معدل ووقت وطريقة المعايرة لكل جهاز.

- معدل ووقت وطريقة تنظيف الأجهزة والمعدات ولأدوات العملية

- كيفية المحافظة علي الأجهزة والمعدات ولأدوات العملية.

الفصل السادس

- الطريقة المثلى لتخزين الأجهزة والمعدات ولأدوات العملية.
- الخلفية النظرية لتشغيل المعدات والأجهزة.
- كيفية إصلاح أي خلل بسيط بالجهاز (إعادة التشغيل - إعادة الضبط - المعايرة).

ثالثاً: العمليات والطرق العملية الرئيسية Basic Laboratory Procedures

من الطرق العملية الرئيسية الشائعة في معظم المعامل الكيميائية:

- التخفيف Dilution .
 - الترشيح Filtration .
 - الخلط Mixing .
 - ضبط الأس الهيدروجيني pH Adjustment .
 - التقطير Distillation .
 - إضافة وتحضير الكواشف والمواد الكيميائية Reagent addition and preparation .
 - التعقيم Sterilization .
 - ضبط درجة الحرارة . Temperature adjustment .
 - تحضير الماء عالي النقاوة Preparing laboratory pure water .
- لا بد لمحلل مياه الشرب أن يعرف جيداً وبصورة كاملة الطرق العملية الرئيسية التي تتم في المعمل مثل
- كيفية أداء العملية التحليلية الكيميائية.
 - أسماء والغرض من الكواشف والمواد الكيميائية المستخدمة في طريقة التحليل.
 - ما هي المعدات والأجهزة المستخدمة لهذه الطريقة.
 - كيف يمكن عمل الحسابات المصاحبة لكل عملية تحليلية.

رابعاً: ضبط وتأكيد الجودة Quality Assurance and Quality Control

المحلل الكيميائي يحتاج أن يعرف جيداً وبصورة كاملة كيف يمكن أن يقوم بإجراءات ضبط وتأكيد الجودة التالية:

- إنشاء وعمل وتحليل خرائط مراقبة الجودة.
- تأسيس حد التمييز (حد الكشف).
- طرق المقارنة بين نتائج التحليل الكيميائي.
- عمل منحنيات المعايرة.
- إنشاء خطة تأكيد الجودة.
- المحافظة على التدريب المستمر.
- القيام بالإجراءات التصحيحية.
- القيام بعمل صلاحية للنتائج والطرق والبيانات.
- تسجيل وحفظ البيانات.

خامساً: الكيماويات والمخلفات العملية Chemicals and Wastes

المحلل الكيميائي يحتاج ان يعرف الآتي عن الكيماويات والمخلفات العملية :

- ما نوع المادة الكيميائية المستخدمة في كل تحليل كيميائي.
- كيفية تحضير الكواشف الكيميائية.
- كيفية تخزين المواد الكيميائية.
- كيفية تحديد كميات المواد الكيميائية المطلوبة للشراء.
- ما هي معدات وأدوات الوقاية والحماية المطلوبة عند استخدام المواد الكيميائية.
- كيفية التخلص من النفايات الكيميائية.
- كيفية التخلص من النفايات البيولوجية (ذات الخطر البيولوجي).

الفصل السادس

- كيفية ترميز وتصنيف الكيماويات العملية.
- المواد الكيماوية المتنافرة مع بعضها.

سادساً: امان وسلامة العمل Laboratory Safety

المحلل الكيميائي يحتاج ان يعرف جيداً وبصورة كاملة جوانب السلامة والامان في العمل والتي تتضمن الآتي :

- تخزين المواد الكيميائية بامان.
- إطفاء ومكافحة الحرائق.
- دولاب الغازات.
- دوش الطوارئ وغاسل العيون.
- الحروق والكسور.
- الأماكن المحظورة.
- الأحماض والقلويات والمواد المؤكسدة.
- بطاقة بيانات الأمان للكيماويات.
- الانسكابات الكيميائية.
- السلامة والامان والصحة المهنية.
- معدات الوقاية الشخصية.

سابعاً: المصطلحات والتعريفات Definitions and glossary

المحلل الكيميائي يحتاج أن يعرف المصطلحات والتعريفات التالية :

- حدود الثقة (95% مثلاً).
- الدقة .
- الأحكام (التكرارية).
- المصادقية.

اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتيولوجية

- التخصصية لطرق التحليل.
- الاختيارية لطرق التحليل.
- تكرار التحليل.
- حد الكشف.
- الخطأ المطلق والخطأ النسبي.
- القيمة الكلية لعدم اليقين.
- القابلية للتكرار والقابلية للتماثل.

ثامناً: المهارات الرياضية Math

- التحويل من درجة الحرارة ل أخرى (Temperature conversions)
(OC to OF and OF to OC).
- حسابات الحجم Volume calculations .
- حسابات الجرعات Dosage calculations .
- حسابات العيارية والتركيز - Normality and concentrations cal-
culations .
- حسابات النسب المئوية Percent calculations .
- الحسابات الإحصائية Statistical calculations .

قاموس المصطلحات العلمية

الملاحق

المراجع

قاموس المصطلحات العلمية

Glossary of Terms

A

الطحالب Algae

الطحالب كائنات اما وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذاتية التغذية تعتمد علي غذائها علي ضوء الشمس حيث تقوم بعملية البناء الضوئي ، وللطحالب دور هام في المعالجة البيولوجية للمياه الملوثة وذلك لسبب وهو في بحيرات الأكسدة بإنتاجها الأكسجين من خلال عملية البناء الضوئي فتستهلك ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين في وجود ضوء الشمس وذلك خلال النهار ، وتقوم البكتريا الهوائية باستهلاك الأكسجين المنتج بواسطة الطحالب داخل بحيرات الأكسدة الهوائية والمختلطة. ومن أهم أسباب تراكم الطحالب ونموها بكثرة في المياه هو وجود تركيزات عالية من المغذيات مثل الفسفور والنيتروجين.

البيئة المائية Aquatic Environment

كل الأجسام المائية على الكرة الأرضية وبخار الماء في الجو، وتمثل البيئة البحرية والمياه الداخلية بما فيها المياه الجوفية ومياه الينابيع والوديان وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسماك وكائنات حية أخرى وما فوقها من هواء وما هو مقام فيها من منشآت أو مشاريع ثابتة او متحركة.

التسمم بالزرنيخ Arsenic Poisoning

التسمم في المدى الطويل الذي ينتج عن مياه الشرب التي تحتوي على مستويات عالية من الزرنيخ. وتشمل آثار التسمم بالزرنيخ مشاكل خاصة بالجلد، وأنواع من السرطان، ومرض الأوعية الدموية.

B

البكتريا Bacteria

وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية، يتكاثر معظم أنواعها بالانقسام الثنائي، وبالرغم من ذلك هناك أنواع من البكتريا تتكاثر بالتكاثر الجنسي أو بالتفرع. وحتى الآن يوجد آلاف الأنواع من البكتريا موجودة في الطبيعة، وعموما يندرج معظمها تحت ثلاث أنواع رئيسية تبعاً لشكلها وهي الكروية والأسطوانية (العصوية الشكل) والحلزونية (اللولبية). وتعد البكتريا من أكثر الكائنات الممرضة في المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي أو الصناعي وذلك لان إعدادهما في السنتيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وأنواعها بالآلاف، كما ان للبكتريا دور هام وأساسي في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي.

الأكسدة البيولوجية Biological Oxidation

هو تكسير وهدم بالأكسدة للمواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة، وتتمثل هذه العملية في التنقية الذاتية للمجاري المائية وفي المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي ومعالجة الرواسب الصلبة (الحمأة).

الأكسجين الحيوي المستهلك Biological Oxygen Demand BOD

هو مقياس يستخدم لمعرفة تلوث المياه بالمواد العضوية ويعرف بأنه كمية الأكسجين المستهلك، من قبل البكتريا الهوائية لإتمام عملية الأكسدة الكلية

للمواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا في لتر واحد من المياه خلال خمسة أيام ويقاس بالمللي جرام / لتر .

الملوثات الحيوية Biological Pollutants

وهو التلوث الحادث بفعل الكائنات الحية الدقيقة مثل الفيروسات والبكتيريا والطفيليات التي تنتشر بشكل كبير في البيئات المختلفة مسببة إضرارا للإنسان وبيئته ، وأيضا التلوث الذي تحدثه الكائنات الأخرى التي تعد اقات زراعية او صحية علي الإنسان والحيوان او النبات مثل النباتات المائية الضارة كورد النيل .

التلوث البيولوجي Biological Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض ، مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات والطحالب في المياه . وتنتج هذه الملوثات ، في الغالب ، عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء ، بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة ، أو المالحة ، أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي . ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث ، إلى الإصابة بالعديد من الأمراض . لذا ، يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب ، إلا بعد تعريضها للمعاملة بالمعقمات المختلفة ، مثل الكلور والترشيح بالمرشحات الميكانيكية وغيرها من نظم المعالجة .

الماء الضارب في الملوحة Brackish Water

هو الماء الذي تكون ملوحته أعلى من ملوحة المياه العذبة ولكنه لا يصل لدرجة ملوحة ماء البحر . معظم المياه شبه المالحه يكون تركيز الأملاح الذائبة بها في حدود 1000 إلى 10000 مليجرام للتر . ينتج غالبا الماء المسوس من اختلاط مياه البحار بمياه الأنهار ويتواجد أكثر ما يوجد في المصببات الخليجية .

C

الأكسجين الكيميائي المستهلك Chemical Oxygen Demand COD

ويعرف الأكسجين الكيميائي المستهلك بأنه كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة وتكسير المواد العضوية بالتفاعل الكيميائي.

ولهذا فإن الأكسجين الكيميائي المستهلك يعتبر قياس للمواد العضوية (القابلة للتحلل والتأكسد بيولوجيا وغير القابلة للتحلل بيولوجيا)، لذلك فقيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك أكبر أو تساوي الأكسجين الحيوي المستهلك ولا يمكن ان يكون الأكسجين الحيوي أكبر من الكيميائي.

التلوث الكيميائي Chemical Pollution

هو التلوث الذي يحدث للماء بفعل المركبات والمواد الكيميائية مما يغير من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية، او الزراعية، بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها.

تفاعل كيميائي Chemical Reaction

تغير يطرأ على المواد، ويشمل تكسير روابط وإعادة تكوين روابط كيميائية وتترتب فيها الذرات بطريقة ينتج عنها مواد جديدة تختلف في خصائصها عن المواد المتفاعلة.

عمليات المعالجة الكيميائية Chemical Treatment Processes

وهي طرق و عمليات المعالجة التي يتم فيها إزالة أو تحويل ملوثات الماء عن طريق إضافة الكيماويات أو عن طريق التفاعلات الكيميائية، ومن أمثلة

هذه العمليات الكيميائية الترسيب الكيميائي والادمصاص والتطهير وهذه العمليات السالف ذكرها من أكثر العمليات شيوعا في معالجة المياه.

الكلورة Chlorination

تدمير وقتل الكائنات الممرضة باستخدام الكلور أو مركباته، كأحد أكثر الطرق شيوعا في تطهير مياه الصرف الصحي أو الصرف الصناعي أو مياه الشرب.

مياه غير صالحة للاستعمال أو الملوثة (Contaminated Water).

وهي المياه التي تحتوى على بكتيريا أو مواد كيميائية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظرا لما تسببه من أمراض مما يؤكد عدم صلاحيتها كمياه للشرب أو ري المزروعات.

الكريبتوسبورidium

كائن دقيق تحمله المياه (أحادي الخلية) يسبب أمراضا معدية معوية تشمل الإسهال والتقيؤ. وتوجد مسببات المرض الدقيقة هذه في مصادر المياه مثل الخزانات، والبحيرات، والأنهار.

D

التطهير Disinfection

التطهير هو التدمير والقتل النوعي المنتخب للكائنات المسببة للأمراض الموجودة في مياه الشرب أو الموجودة في المياه المعالجة الناتجة من محطات تنقية الصرف الصحي بها العديد من الكائنات الممرضة ولهذا يلزم تطهيرها قبل صرفها وإعادة استخدامها ويتم التطهير بعدة طرق منها طرق فيزيائية: كالتسخين، والتطهير باستعمال أشعة الشمس، التطهير باستعمال الأشعة فوق البنفسجية، التطهير باستعمال الموجات فوق الصوتية، الأوزون.

مراقبة نوعية المياه وصلاحياتها

طرق كيميائية : كالكلور ، هيبوكلوريت الصوديوم ، برمنجات البوتاسيوم ، أكسيد الكلور . وتعد عملية التطهير بإضافة جرعة الكلور اللازمة إلى المياه من أشهر الطرق لتطهير المياه ويتم ذلك خلال غرفة التلامس في مدة مكث تتراوح بين 20 إلى 30 دقيقة.

الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen

يحتوي الهواء الجوي على حوالي 20 في المائة من حجمه على غاز الأكسجين ، وعند احتكاك الماء بالهواء فإن نسبة من ذلك الأكسجين تذوب في الماء ويعرف بالأكسجين الذائب ، وللأكسجين الذائب أهمية كبرى في حياة الكائنات المائية ، إذا تستخلص كثير من الكائنات الأكسجين الذائب من المياه.

الغازات الذائبة في المياه Dissolved Gases in Water

تحتوي المياه على بعض الغازات الذائبة والتي قد تأتي مع مياه الأمطار فليماه الأمطار القدرة الفائقة على إذابة الغازات مثل غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو حتي قبل ان تصل هذه المياه إلى سطح الأرض ، كما أنها قد تذيب بعض الغازات الأخرى الموجودة في الجو.

المياه المقطرة Distilled Water

هي المياه التي تم الحصول عليها بالتقطير وتتميز بانخفاض الأملاح الكلية المذابة بها اذ لا تتجاوز 5 مجم / لتر ، تستخدم في المعامل الكيميائية من أجل التجارب وليس للشرب كما تستخدم في العمليات الصناعية بشكل واسع .

E

التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity

قياس مدى قابلية نقل وتوصيل الماء للتيار الكهربائي بوحدة الميكروسيمنز / سم؛ إذ أنه كلما كان تركيز المواد الصلبة الذائبة في الماء أكبر كلما كان قابلية الماء لنقل التيار الكهربائي أكبر. ويمكن تحويل التوصيلية الكهربائية المقيسة بوحدة الميكروسيمنز / سم إلى الوحدة (ملي جرام / لتر) بضربها في ثابت معين حسب نسبة وتركيز الأملاح الكلية الذائبة في المياه.

الرصد البيئي لمصدر الماء Environmental Monitoring of water source

هو أخذ عينات دورية من مواقع ثابتة من المجارى المائية ب أنواع ها والرواسب داخل وفي قاع المجرى وكذلك النباتات الطافية ومن التربة الزراعية والنباتات النامية عليها والثمار بغرض التعرف على ملوثات المياه والتربة والنبات وعمل قاعدة بيانات تحقق التنمية الشاملة.

F

الترشيح Filtration

هو الإزالة المادية للمواد الصلبة العالقة من المياه (أو الهواء) بتمريرها أو تمريره خلال مادة مسامية تسمى وسط الترشيح.

التسمم بالفلور Fluoride Poisoning

مرض يسببه استهلاك زائد للفلوريد. ويمكن أن يسبب التسمم بالفلوريد تلفا للأسنان والعظام.

G

الجيارديات Giardia

كائن دقيق (أحادي الخلايا)، يوجد أحياناً في مياه الشرب، قد يسبب الإسهال والتقلصات، والإصابة بالجيارديات. وتوجد الجيارديات عادة في مصادر المياه السطحية مثل الخزانات والبحيرات والأنهار ومن أشهر أنواع الجيارديات الجيارديا لامبليا.

المياه الجوفية Ground Water

هي تلك المياه الموجودة تحت منسوب سطح الأرض، وتشغل كل أو بعض الفراغات الموجودة في التكوينات الصخرية، وهي في الأصل جزء من مياه الأمطار أو مياه الأنهار أو المياه الناتجة عن ذوبان الجليد وتسرب قسماً من مياهها إلى باطن الأرض مكونة المياه الجوفية.

H

العسر Hardness

هو عبارة عن قدرة المياه على ترسيب الصابون وذلك نتيجة لوجود أيونات الكالسيوم أو الماغنسيوم أو أملاحها معاً وذلك بالإضافة إلى كاتيونات أخرى عديدة التكافؤ مثل الألومنيوم والحديد والباريوم إلا أنها نادرة الحدوث كما يمكن تعريف عسر المياه بأنه مجموع تركيزات كاتيونات الكالسيوم والماغنسيوم (الأيونات الموجبة) معبراً عنها بكميات الكالسيوم بوحدة مللي جرام / لتر.

المياه المعدنية الصحية Healthy Mineral Water

هي المياه التي تحتوي على نسبة عالية من المعادن المذابة بطريقة طبيعية وعلى كافة الأيونات والعناصر الضرورية لإدامة نمو وحماية الجسم، والمياه المعدنية تخرج من تحت سطح الأرض في شكل عيون مائية حارة -Gey sers أو آبار لاستخراج المياه الجوفية groundwater. والمياه المعدنية لها طعم خاص حلو عذب أو مر أو مالح خفيف. كما ان المياه المعدنية آمنة من البكتيريا ولا تحتاج إلى أية معالجات كيميائية لتعقيمها.

المعادن الثقيلة Heavy Metals

وتعرف بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء 5 مجم /سم³ المكعب وهي لها تأثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها كما تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات. وأن جميع هذه المعادن تشترك كثيرا في صفاتها الطبيعية الا ان تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هذا على اثارها البيئية فبعض هذه المعادن كالزئبق والرصاص والكاديوم منشئها خطر على الصحة العامة بينما المعادن الاخرى مثل الكروم والحديد والنحاس تقتصر اثارها على أماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة ولهذا فهي اقل خطرا من المعادن الاخرى كالرصاص الذي زاد انتشاره في الآونة الاخيرة وأصبح موجودا بكثرة في الماء والهواء والغذاء.

التهاب الكبد Hepatitis

يحدث التهاب الكبد بصورة شائعة بواحد من خمسة فيروسات تسمى هيباتيتيس أ، ب، ج، د، و هـ. ويمكن أن ينتقل التهاب الكبد أ، و هـ من المياه الملوثة.

علم المياه Hydrology

يتناول المياه وتوزيعها فوق الأرض وصفاتها وخصائصها الطبيعية والكيميائية وتفاعلها مع البيئة والكائنات الحية.

I

العدوي Infection

هي دخول عامل عدوي (مسبب للمرض) إلى جسم الإنسان وتكاثره فيه، ولا استمرار حلقة العدوي يجب توافر عدة عوامل وتشمل وجود مسبب حيوي ممرض - مستودع أو مصدر للعدوي - وسيلة انتقال مناسبة للعدوي - مدخل ومخرج للعدوي - توافر الاستعداد للعدوي لدى العائل المضيف.

مدى العدوي Infection Period

هي الفترة الزمنية التي يستمر فيها انتقال عامل العدوي من شخص مصاب إلى آخر أو من حيوان مصاب إلى إنسان.

العوامل المسببة للعدوي مسببات الأمراض Infectious agents

من أهم عوامل العدوي المنتشرة في محطات مياه الصرف الصحي والصناعي الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات والبروتوزوا (الأوليات) أو الطفيليات الأولية، وتسبب هذه الكائنات الحية الكثير من الأمراض فالبكتيريا مثلا تسبب مرض الكوليرا والفيروسات تسبب مرض التهاب الكبد الوبائي والبروتوزوا تسبب مرض الدوسنتاريا الأميبية.

ومن أهم الأسباب التي تؤدي إلى انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة في مياه الصرف هو صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية إلى شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي إلى انتشار الأمراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

المواد غير العضوية Inorganic Matter

وهي المواد التي لا يدخل في تركيبها عنصر الكربون مثل الرمل والزلط والأملاح والعناصر الثقيلة وتتميز هذه المواد الغير عضوية بانها ثابتة لا تتحلل.

الأيون Ion

تحت ظروف خاصة، قد تكتسب الذرة أو تفقد إلكترونات، وفي هذه الحالة يُطلق على الذرة اسم «الأيون». وعندما تفقد الذرة إلكترونات، فإنها تصبح (أيوناً موجباً)، أما إذا اكتسبت إلكترونات، فإنها تصبح (أيوناً سالباً). لذا، يمكن تعريف الأيون، بأنه: «ذرة ذات شحنة كهربائية موجبة أو سالبة، نتيجة فقدانها أو اكتسابها إلكترونات واحداً أو أكثر».

L

سمية الجرعة المميتة Lethal Dose

تعتبر الجرعة المميتة 50 مقياساً موحداً لتحديد ومقارنة السمية الحادة للمواد الكيميائية. والجرعة المميتة، 50 هي الجرعة التي تقتل نصف (50%) من الحيوانات المختبرة (LD تعني جرعة مميتة). عادة تكون هذه الحيوانات فئران أو فئران صغيرة. يجب أن يتم تفسير قيم الجرعة المميتة، 50 بحذر شديد. تعتبر الجرعة المميتة، 50 للكاديوم أقل من تلك الخاصة بالزرنيخ، أي أن الكاديوم أكثر سمية من الزرنيخ. والجرعة عبارة عن مجموعة من العوامل تضم التعرض، التركيز والزمن ويمكن لمادة متوسطة السمية بجرعة كبيرة أن تكون أكثر خطورة على العمال من مادة شديدة السمية ولكن بجرعة صغيرة.

Liquid State of Water الحالة السائلة للماء

يكون فيها الماء سائلا شفافا، وهي الحالة الأكثر شيوعا للماء. ويوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين الصفر المئوي، ودرجة الغليان، وهي 100 درجة مئوية في الظروف المثالية عند ضغط 1 جوي.

M

البيئة البحرية Marine Environment

هي المياه البحرية وما بها من ثروات طبيعية ونباتات وأسماك وكائنات بحرية أخرى، وما فوقها من هواء وما هو مقام فيها من منشآت أو مشروعات ثابتة أو متحركة وتبلغ حدودها حدود المنطقة الاقتصادية الخالصة للدولة.

الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms

هي كائنات حية نباتية أو حيوانية من الصغر بحيث يمكن رؤيتها فقط من خلال المجهر، مثل البكتيريا، والخمائر، والطحالب، وأحاديات الخلايا. وتفيد بعض الكائنات الدقيقة في حين أن البعض الآخر يشكل خطرا على صحة الإنسان. ويختلف كل نوع من هذه الكائنات الحية في التركيب والوظيفة والسلوك، ووضع الكائن الحي في المنظومة البيئية، والذي نعني به درجة تأثيره وتأثيره في البيئة من حوله ودرجة أهميته أو خطورة وجوده في النظام البيئي.

N

الارتشاح الغشائي الطبيعي (الاسموزية الطبيعية) Natural Osmosis

العملية التي من خلالها يمر الماء من غشاء شبه نفاذ من منطقة ذات تركيز أعلى للمياه (مثل المحلول الأخف تركيزاً) إلى منطقة تركيز مياه أقل (مثل محلولاً أكثر).

الملوثات الطبيعية Natural Pollutants

هي الملوثات التي لا يتدخل الإنسان في إحداثها، مثل الغازات والأبخرة التي تتصاعد من البراكين أو تأثير الانفجارات الشمسية على الطقس، أو احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة، أو انتشار حبوب اللقاح في الجو أو الكائنات الحية الدقيقة الضارة.

المغذيات Nutrients

هي عبارة عن مركبات ذائبة في المياه وتكون المصدر الرئيسي للغذاء للكائنات الحية المائية ويعتبر في صورة (النيتروجين - أمونيا - نترات - نيتريت - النيتروجين العضوي الفسفور في صورة أيون الفوسفات PO_4) من العناصر المكونة للمغذيات وزيادتها تؤدي إلى ظاهرة الاثراء الغذائي.

O

المواد العضوية Organic Matter

وهي المواد التي يدخل في تركيبها عنصر الكربون وتحتوي أيضاً على الهيدروجين وقد تحتوي على الأكسجين والنيتروجين ومن أمثلة هذه المواد النشويات والدهون والبروتينات، والمواد العضوية قابلة للتحلل إلى مواد أخرى بسيطة والتي غازات بواسطة البكتريا والكائنات الحية الدقيقة.

ملوث عضوي Organic Pollutant

تركيز غير مرغوب لمركب كيميائي يتألف في معظمه من الكربون والهيدروجين. وينتج بعض تلك المركبات طبيعياً والبعض الآخر يحضر صناعياً ومن أمثلة الملوثات العضوية المبيدات العضوية والدهون والمركبات النتروجينية العضوية.

الأكسجين Oxygen

هو عنصر كيميائي، يلعب دوراً حيوياً في التنفس، والعمليات الحيوية في الجسم، كما يدخل في عديد من الصناعات العامة. والأكسجين هو ثالث أكثر العناصر وجوداً في الكون، كما أنه أكثرها شيوعاً على سطح الأرض. والأكسجين عنصر غازي، ورمزه الكيميائي هو (O)، ورقمه الذري (8)، ووزنه الذري 15.9994. ويوجد الأكسجين في صورته الغازية في شكل جزيء ثنائي الذرة (O₂)، حيث يكون ما يقرب من 20% من حجم الهواء الجاف وغاز الأكسجين هو غاز شفاف، ليس له طعم، أو رائحة.

أوزون (Ozone)

جزيء مبنى من 3 ذرات أكسجين وينتج من نشاط الأشعة فوق بنفسجية على جزيئات الأكسجين. وتكون طبقة الأوزون موجودة في الجو على ارتفاع 15 - 30 كم. وأهمية طبقة الأوزون في أنها تحد من وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الكرة الأرضية وتحمي الأرض من تأثيراتها الضارة. كما يستخدم الأوزون بشكل واسع في تطهير وتعقيم المياه.

P

الطفيليات Parasites

الطفيليات هي كائنات حية دقيقة تعتمد في معيشتها علي حساب كائنات أخرى ومنها ما يعيش داخل جسم الإنسان وهي كائنات متعددة الأشكال والأحجام والآثار هي طبقة من الكائنات التي تشمل الأوليات (proto-zoa) والديدان.

الكائنات المسببة للأمراض Pathogens

وهي الكائنات الدقيقة وغير الدقيقة والتي يؤدي تراكمها أو وجودها نفسه إلى الإصابة بالأمراض سواء للإنسان أو للحيوان أو للنبات داخل البيئة، وتشمل البكتيريا والفطريات والطحالب والفيروسات والديدان وبعض الطفيليات.

رقم (قيمة) الأس الهيدروجيني pH value

هو اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين في سائل ما، وهو تعبير علي تركيز ايونات الهيدروجين في المحلول أي مقياس الحموضة والقلوية، وهذه القيمة تبدأ من صفر إلى 14، يعد قياس قيمة الأس الهيدروجيني من أهم الاختبارات الفيزيائية التي تجري علي مياه الشرب ومياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي والمياه الجوفية وتأتي أهمية ذلك من أن قاعدية أو حامضية وسط المعالجة يلعب دورا هاما ويؤثر بفاعلية علي جميع التفاعلات الكيميائية والطبيعية والبيولوجية خلال مراحل معالجة المياه المختلفة.

الملوثات Pollutants

هي كل العناصر الضارة التي تطلق في الغلاف الجوي أو تقذف في الغلاف المائي أو تنتثر فوق صفحة الأرض وتحدث خللا في النظام البيئي. وهي إما أن تكون غازية ممثلة في الغازات الضارة التي تطلقها عوادم السيارات أو ما يتصاعد من مداخن المصانع ووسائل التدفئة وحرق القمامة والبراكين وغيرها، وقد تكون سائلة ممثلة في المياه العادمة التي تقذفها المصانع في المجاري المائية وتصريف مياه المجاري والمبيدات الحشرية وغيرها، وقد تكون صلبة ممثلة في نفايات المصانع بما في ذلك المخلفات والزراعية. هذا بالإضافة إلى القمامة التي تتزايد بشكل مطرد من خلال تزايد السكان من ناحية، وزيادة معدلات استهلاك الفرد من ناحية أخرى.

المياه غير النقية أو الملوثة تلوثا طبيعياً (Polluted Water)

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغير في اللون والطعم أو الرائحة أو العكارة نظرا لوجود مواد غريبة عضوية أو عالقة في الماء.

الأوليات (البروتوزوا Protozoa)

البروتوزوا (الأوليات) كائنات أولية ميكروسكوبية لها القدرة علي الحركة، ومعظم البروتوزوا غير ذاتية التغذية وهوائية أي تنشط وتنمو في وجود الأكسجين، علي الرغم من وجود أنواع قليلة منها لاهوائية. والبروتوزوا كائنات أكبر في الحجم من البكتريا إذ يتراوح حجمها بين 10 إلى 100 ميكرون وقد تستهلك البكتريا كمصدر من مصادر الطاقة والغذاء.

مناطق حماية المياه الجوفية Protection Zones of underground water

مناطق جغرافية مخصصة لحدود خاصة تتعلق بالمستويات المقبولة من الملوثات المحتملة بالمياه الجوفية.

ماء الشرب النقي Pure Drinking Water

المياه النقية هي المياه الخالية من البكتيريا والفيروسات ومن العناصر الفيزيائية أو الكيماوية الضارة، ومن المواد التي تغير اللون أو الطعم. وتستمد هذه المياه عادة من الأمطار، والأنهار، والمياه الجوفية، ومياه البحر المحلاة. وجميع هذه المياه يجب معالجتها بالطرق المناسبة لتصبح صالحة للاستهلاك الآدمي، بحيث لا يصل فيها تركيز الملوثات إلى الحد الذي يحدث ضرراً على صحة الإنسان.

R

النهر River

هو مجرى مائي واسع ذو ضفتين يجري فيه الماء العذب الناتج عن هطول الأمطار أو المياه النابعة من عيون الأرض أو من مسطحات مائية كالبحيرات.

S

المياه النقية الصالحة للاستعمال (Safe Water).

وهو الماء الخالي من أية جراثيم ومن المواد المعدنية الذائبة التي تكسبه لونا أو تجعله غير صالح للاستعمال أو غير مستساغ الطعم والرائحة. هي المياه المعدنية الغنية بالكبريت وتستعمل كعلاج لأمراض الروماتيزم. المفاصل، الجلد، وغيرها من الأمراض.

ماء البحر Sea Water

ماء البحر هو الماء المأخوذ من البحر أو المحيط. وفي المتوسط تكون مياه البحر في محيطات العالم بنسبة ملوحة - 3.5%. وهذا يعنى أن كل لتر (1000 مليلتر) من ماء البحر يحتوى على 35 جراما من الأملاح (معظمها وإن كلوريد صوديوم) مذابة فيها.

الترسيب Sedimentation

تعد عملية الترسيب من أوائل العمليات التي استخدمها الإنسان في معالجة المياه. وتستخدم هذه العملية لإزالة المواد العالقة والقابلة للترسيب أو لإزالة الرواسب الناتجة عن عمليات المعالجة الكيميائية مثل التيسير والترويب. وتعتمد المرسبات في أبسط صورها على فعل الجاذبية حيث تزال الرواسب تحت تأثير وزنها.

التيسير (إزالة العسر) بالترسيب by Chemical Precipitation Softening
تعني عملية التيسير أو إزالة العسر للمياه (water softening) إزالة مركبات عنصري الكالسيوم والماغنسيوم المسببة للعسر عن طريق الترسيب الكيميائي. وتتم هذه العملية في محطات المياه بإضافة الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) إلى الماء بكميات محدودة حيث تحدث تفاعلات كيميائية معينة تتشكل عنها رواسب من كربونات الكالسيوم و هيدروكسيد الماغنسيوم.

الحالة الصلبة للماء Solid State of Water

يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج، يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوي.

الينبوع Spring

هو الماء المتدفق نتيجة امتلاء أحد المستودعات المائية الأرضية إلى النقطة التي تتدفق فيها المياه إلى سطح الأرض. وتتراوح الينابيع من ينابيع صغيرة الحجم، وهي التي تتدفق مباشرة بعد هطول أمطار غزيرة، إلى ينابيع كبيرة، تتدفق منها مئات الملايين من الجالونات يومياً.

التعقيم Sterilization

عملية التعقيم هي إزالة وقتل كل الميكروبات (البكتيريا والفيروسات والفطريات والطفيليات) بما في ذلك الأبواغ الجرثومية.

المياه الكبريتية Sulphated Water

هي المياه المعدنية الغنية بالكبريت وتستخدم كعلاج لأمراض الروماتيزم. المفاصل، الجلد، وغيرها من الأمراض.

المياه السطحية Surface Water

تعرف المياه السطحية بأنها المياه التي توجد على سطح الأرض على هيئة سيول نتيجة هطول الأمطار أو تتواجد على هيئة ثلوج تذوب بعد ارتفاع درجة الحرارة وتجري هذه المياه في الأودية والأنهار فتصب في البحار أو تختفي في الصحاري القفار أو تتجمع في البحيرات والمنخفضات أو تتسرب إلى باطن الأرض حتى تصل إلى الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه. توصف المياه السطحية بأنها مياه متجددة وتعتبر الأمطار المصدر الأساسي لهذه المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة.

T

الأملاح الكلية الذائبة Total Dissolved Solids

هي الأملاح الموجودة في المياه في صورة ذائبة وهي تمثل مجموع الأيونات الموجبة (الكاتيونات) والأيونات السالبة (الانيونات) التي توجد في صورة ذائبة في المياه بالإضافة إلى مواد أخرى غير متأينة.

المواد العالقة في المياه Total Suspended Solids (TSS)

وتشمل كل المواد الطافية والمعلقة سواء على سطح الماء أو في داخله، وهي وزن المواد التي يمكن حجزها على وسط ترشيح بعد تجفيفها في فرن تجفيف درجة حرارته 103 إلى 105 درجة مئوية، وتقدر كمية المواد العالقة بالمليجرام في اللتر.

المواد السامة Toxic and Poisons

المواد السامة تعد ثالث اثر الأنواع الكيميائية انتشارا في المجال الصناعي وأكثرها خطورة وتعرف المواد السامة بأنها اية مادة تسبب سمية أو تسمم للإنسان من المواد السامة الغير عضوية مادة الاسبستوس الخطيرة والتي عند التعرض الشديد لها لفترات طويلة تسبب اصابة الرئتين بالتليف ويمكن ان يؤدي إلى حدوث سرطان بالرئة.، والعناصر الثقيلة مثل الكاديوم والزنك والرصاص من المواد ذات الطبيعة السامة لطبيعة تراكمها داخل جسم الانسان مسببة تلف للكلى والكبد، ومن اهم مصادر العناصر الثقيلة صناعات البطاريات والطلاء الكهربى. والفينولات ومركبات الفورمالدهيد والتي تنتج من مصانع البلاستيك والمواد اللاصقة تعد من المواد العضوية السامة.

مياه الشرب المعالجة Treated Drinking Water

مياه أجريت عليها عمليات المعالجة التي تتوقف على درجة تلوث مصدر المياه، وذلك بغرض حماية المستهلك من كل ما يضر بصحته، وتشمل هذه العمليات جميع المياه وتطهيرها أولاً، عمليات الترسيب، عمليات الترشيح، عمليات التطهير النهائي.

العكارة Turbidity

المظهر المرئي للمياه العكرة التي تمتلئ بالمواد العالقة. وقد تقاس درجة العكارة، التي تعبر خاصية بصرية، وتستخدم لتحديد مستوى نوعية المياه وصفائها.

U

الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet Radiation UV)

. أشعة كهرومغناطسية غير مرئية حيث أنها تتميز بطول موجة أقل من تردد الضوء المرئي. وتتبعث الأشعة فوق البنفسجية مع أشعة الشمس وتنقسم إلى ثلاث درجات (A، B، C) حسب طول الموجة. . وتعتبر الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات الطويلة (UVA) مفيدة لحياة النباتات على الأرض، كما أنه يتم استخدامها في العديد من التطبيقات الطبية. أما بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية المتوسطة فإنها ضارة لصحة الإنسان حيث تتسبب في حدوث سرطان الجلد وبعض أمراض العين (مثل مرض عتامة العدسة كترأكت). وتعتبر أخطر أنواع الأشعة فوق البنفسجية هي الأشعة قصيرة الموجة (UVC) حيث تتسبب في قتل العديد من الكائنات الحية وحدوث أمراض سرطان الجلد وغيرها من الأضرار على صحة الإنسان.

V

الفيروسات Viruses

الفيروسات أبسط وأصغر الكائنات الدقيقة، حيث يتراوح حجمها ما بين 0.1 إلى 0.3 ميكرون، وتتكون الفيروسات أساساً من حمض نووي محاط به بروتين. وكل الفيروسات متطفلة أي لا يمكنها الحياة خارج الكائن الحي أو خارج الخلية الحية، وتعتبر الفيروسات من الكائنات عالية التخصص سواء فيما يتعلق بالكائن الذي تتطفل عليه (العائل) أو من حيث نوعية الأمراض التي تنقلها الفيروسات الجدري، التهاب الكبد الوبائي، شلل الأطفال والإيدز بالإضافة إلى مجموعة متنوعة من أمراض الجهاز الهضمي والتنفسي.

W

تأين الماء Water Ionization

تعرف عملية التأين بأنها: «عملية تحول جزيئات مركب ما، إلى أيونات». وبالنسبة إلى الماء، فإن معدل تأينه يُعدّ ضعيفاً جداً، إذا ما قورن بمعدلات التأين في المركبات الأخرى. إلا أنه قد يحدث تحلل لبعض جزيئات الماء، إلى أيوني الهيدروجين الموجب (H^+) والهيدروكسيل السالب (OH^-).

تلوث الماء Water Pollution

يقال إن الماء ملوث إذا ما احتوي على مواد غريبة سائلة أو صلبة عضوية أو غير عضوية ذائبة أو غير ذائبة أو كائنات دقيقة، وتغير هذه المواد من الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للماء، وبذلك يصبح غير صالح للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.

جودة الماء Water quality

درجة نقاوة وجودة نوعية المياه والتي تكون صالحة لنوع الاستخدام المطلوب.

مصدر الماء Water Source

هو المصدر الذي يتم الحصول منه على المياه، سواء كان هذا المصدر جوفيا كآبار الارتوازية، أو بئرا محفورة أو عينا (نبعا)، أو كان مياه سطحية مثل مياه الأنهار والبحيرات العذبة أو أي مصدر آخر يحتوي على مياه صالحة للاستخدام الآدمي.

تلوث مجري الماء Water Stream Pollution

يعرف تلوث الماء - حسب ما أصدرته هيئة الصحة العالمية أن المجرى المائي يعتبر ملوث عندما يتغير تركيب عناصره، أو تتغير حالته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بسبب نشاط الإنسان، بحيث تصبح هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها، وهذا التعريف يتضمن أيضا ما يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التي قد تعل المياه غير صالحة للشرب أو غير صالحة للاستهلاك المنزلي أو في الصناعة أو في الزراعة.

معالجة المياه Water Treatment

مصطلح لوصف العمليات المستعملة في جعل المياه صالحة لغرض معين. يتضمن هذا استخدامها كمياه للشرب، العمليات الصناعية، الطبية، والاستخدامات الأخرى. بشكل عام الغرض الرئيسي من معالجة المياه هو إزالة أو تقليل أي مواد صلبة عالقة أو ملوثات أو شوائب أو مواد غريبة أو التخلص من مواد غير مرغوب فيها حتى تصبح هذه المياه مناسبة للغرض المستخدمة فيه.

الآبار الارتوازية Well

وهي مياه جوفية موجودة في ثنيات مقعرة بكميات كبيرة (خزانات المياه) وتتدفق بفعل الضغط الهيروستاتيكي.

الملاحق

ملحق رقم 1

قرار

وزير الصحة والسكان بجمهورية مصر العربية بخصوص

المعايير والمواصفات الواجب توافرها

فى المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى

رقم (458) لسنة 2007

=====

وزير الصحة والسكان :-

- بعد الاطلاع على القانون رقم 27 لسنة 1978 فى شأن تنظيم الموارد العامة للمياه اللازمة للشرب والاستعمال المنزلى.
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم 2703 لسنة 1966 بإنشاء اللجنة العليا للمياه
- وعلى القرار الجمهورى رقم 242 لسنة 1996 بتنظيم وزارة الصحة والسكان.
- وعلى القرار الوزارى رقم 108 لسنة 1995 بشأن المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى .
- وعلى ما أوصت به اللجنة العليا للمياه بجلستها المنعقدة بتاريخ 2007 / 5 / 7
- وبناء على ما عرضته الإدارة المركزية لشئون البيئة.

قرر

=====

مادة 1 : - تخضع المعايير والمواصفات الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلي للحدود القصوى الموضحة قرين كل منها بالجداول المرفقة.

مادة 2 : - تختص الإدارة المركزية للمعامل بوزارة الصحة والسكان وفروعها بالمحافظات بإجراء الفحوص والتحليل الخاصة بالمياه المذكورة.

مادة 3 : - يكون تنفيذ المعايير وخطط الرصد الذاتي والتفتيش الدورى وفقا لما هو وارد بالملاحق (1)، (2) والتي تعد جزءا لا يتجزأ من هذا القرار.

المعايير والمواصفات الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلي

=====

أولاً: الخواص الطبيعية :-

م	الخاصية	الحد الأقصى المسموح به
1	اللون	معدوم
2	الطعم	مقبول
3	الرائحة	معدومة
4	العكارة	1 وحدة (NTU)
5	الرقم الهيدروجيني	6.5 - 8.5

ثانياً : مواد غير عضوية لها تأثير على الاستساغة والاستخدامات المنزلية : -

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / لتر)
1	الأملاح الذائبة عند 120 °م	1000
2	عسر كلى $as CaCO_3$	500
3	عسر كالسيوم $as CaCO_3$	350
4	عسر ماغنسيوم $as CaCO_3$	150
5	كبريتات SO_4	250
6	كلوريدات Cl	250
7	حديد Fe	0.3
8	منجنيز Mn	0.4
9	نحاس Cu	2.0
10	الزنك Zn	3.0
11	الصوديوم Na	200
12	الألومنيوم Al	0.2

(2)

ثالثاً : المواد الكيميائية ذات التأثير على الصحة العامة : -

(أ) المواد الغير عضوية :

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / لتر)
1	الرصاص Pb	0.01
2	الزئبق Hg	0.001

مراقبة نوعية المياه وصلاحياتها

م	المادة	الحدا الأقصى المسموح به (مللجرام / لتر)
3	الزرنبخ As	0.01
4	السيانيد CN	0.05
5	الكادميوم Cd	0.003
6	السيلينيوم Se	0.01
7	الكروميوم Cr	0.05
8	الأمونيا as (NH ₃)	0.5
9	النترات as (NO ₃)	45
10	النيتريت as (NO ₂)	2.0
11	الفلوريدات F	0.8
12	الأتيمون Sb	0.02
13	الباريوم Ba	0.7
14	البورون B	0.5
15	النيكل Ni	0.02
16	الموليبدنيوم Mo	0.07

(ب) المواد العضوية :

م	المادة	الحدا الأقصى المسموح به (مللجرام / لتر)
1	الاكلور Alachlor	0.02
2	الديكارب Aldicarb	0.01
3	ألدرين، داي إالدرين Aldrin and dieldrin	0.00003
4	أترازين Atrazine	0.002
5	بتازون Bentazone	0.03

قاموس المصطلحات العلمية والملاحق

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)
6	كاربوفوران Carbofuran	0.007
7	كلوردان Chlordane	0.0002
8	كلوروتوليورون Chlorotoluron	0.03
9	د.د.ت D.D.T	0.001
10	1، 2 - داي برومو 3 - كلورو بروبان 1، 2 Dibromo 3 - chloropropane (DBCP)	0.001
11	2، 4 - Dichlorophenoxyacetic acid (2، 4 D) د 4، 2	0.03
12	1، 2 داي كلورو بروبان 2، 1 Dichloropropane (1، 2 - DCP)	0.02
13	1، 3 داي كلورو بروبين 1، 3 - DCP (1) Dichloropropene	0.02
14	هكسا كلورو بنزين Hexachlorobenzene	0.001
15	أيزو بروتورون Isoproturon	0.009
16	لندان Lindane	0.002
17	ميثيل كلورو فينوكسي اسيتيك اسيد Methylchlorophenoxyacetic acid (MCPA)	0.002
18	ميثوكسي كلور Methoxychlor	0.02
19	ميثولا كلور Metolachlor	0.01
20	مولينات Molinate	0.006
21	بنديميثالين Pendimethalin	0.02
22	بنتا كلورو فينول Pentachlorophenol	0.009
23	بيرمثرين Permethrin	0.02
24	بروبانيل Propanil	0.02

(4)

المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)	م.
Pyriproxyfen بيربروكسيفين	0.3	25
Simazine سيمازين	0.002	26
Trifluralin تراي فلورالين	0.02	27
DB 2,4 - د.ب 2,4	0.09	28
2,4 داي كلورو بروب Dichloroprop - 2,4	0.01	29
Fenoprop فينوبروب	0.009	30
Mecoprop ميكوبروب	0.01	31
T - 2,4,5 ت - 2,4,5	0.009	32
Monochloramine مونو كلور أمين	3	33
Chlorine كلور	5	34
Bromate برومات	0.01	35
Chlorite كلوريت	0.7	36
2, 4, 6 - تراي كلورو فينول Trichlorophenol	0.2	37
Trihalomethanes تراي هالو ميثان	0.1	38
Dichloroacetate داي كلورو اسيتات	0.05	39
Trichloroacetate تراي كلورو اسيتات	0.1	40
Trichloroacetaldehyde تراي كلورو أسيئالدهيد hyde	0.01	41

(5)

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام/لتر)
42	دای کلورو اسیٹونیٹریل Dichloroacetonitrile	0.02
43	دای بروم اسیٹونیٹریل Dibromoacetonitrile	0.07
44	ترای کلورو اسیٹونیٹریل Trichloroacetonitrile	0.001
45	کربون تترا کلورید Carbon tetrachloride	0.004
46	دای کلورو میٹان Dichloromethane	0.02
47	1، 2 دای کلورو ایتان 1،2Dichloroethane	0.03
48	1، 1، 1 ترای کلورو ایتان 1، 1، 1 Trichloroethane	0.07
49	کلورید الفینیل Chloride Vinyl	0.0003
50	1، 1 دای کلورو ایتین 1،1Dichloroethene	0.03
51	1، 2 دای کلورو ایتین 1،2Dichloroethene	0.05
52	تترا کلورو ایتین Tetrachloroethene	0.04
53	تولون Toluene	0.7
54	بنزین Benzene	0.01
55	بنزو (أ) بیرین Benzo [a] pyrene	0.0007
56	مونو کلورو بنزین Monochlorobenzene	0.3
57	1، 2 دای کلورو بنزین 1،2Dichlorobenzene	1
58	1، 4 دای کلورو بنزین 1،4Dichlorobenzene	0.3

مراقبة نوعية المياه وصلاحياتها

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (مللجرام/لتر)
59	تراي كلورو البنزين الكلي Trichlorobenzenes (Total)	0.02
60	داي (2 - إيثيل هكسيل) أديبات Di (2 - ethylehexyle) adipate	0.08
61	داي (2 - إيثيل هكسيل) فثالات Di (2 - ethylehexyle)phthalate	0.008

(6)

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (مللجرام/لتر)
62	أكريلاميد Acrylamide	0.0005
63	إيبي كلورو هيدرين Epichlorohydrin	0.0004
64	هكسا كلورو بيوتاديين Hexachlorobutadiene	0.0006
65	إديتيك أسيد (EDTA) Edetic acid (EDTA)	0.6
66	تراي أسيتك نيتريل Triacetic Nitril	0.2
67	إندرين Endrin	0.0006
68	كلورات Chlorate	0.7
69	بروموفورم Bromoform	0.1
70	كلوروفورم Chloroform	0.3
71	كلورال هيدرات Chloralhydrate	0.01
72	داي ميثوات Dimethoate	0.006

قاموس المصطلحات العلمية والملاحق

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (مللجرام/لتر)
73	فورمالدهايد Formaldehyde	0.9
74	سيانوجين كلوريد Cyanogen Chloride	0.007
75	تراي بيوتيل أكسيد القصدير Trtityltin Oxide	0.002
76	فينول Phenol	0.002
77	داي و تراي كلورامين Di- and Trichloramine	0.005
78	زايلين Xylenes	0.5
79	إيثيل بنزين Ethylbenzene	0.3
80	ستيرين Styrene	0.02
81	برومو داي كلورو ميثان Bromodichloromethane	0.06
82	تراي كلورو إيثين Trichloroethene	0.02

(7)

رابعاً : المعايير الميكروبيولوجية : -

م	نوع الفحص	طريقة القياس المتبعة	الحد الأقصى المسموح به
أ	العدد الكلي للبكتريا	صب الأطباق poured plate method	- لا يزيد عن 50 خلية / 1 سم ³ عند درجة حرارة 37 درجة مئوية لمدة 24 ساعة - لا يزيد عن 50 خلية / 1 سم ³ عند درجة حرارة 22 درجة مئوية لمدة 48 ساعة

مراقبة نوعية المياه وصلاحياتها

مسلسل	نوع الفحص	طريقة القياس المتبعة	الحيد الأقصى المسموح به
ب	أدلة التلوث بكتيريا القولون الكلية TOTAL COLIFORM	«MF» أو «MPN».	<p>- يجب أن تكون 95 % من العينات التي يتم فحصها خلال العام خالية تماما من بكتيريا القولون حتى 100 سم 3 من العينة</p> <p>- كما يجب ألا تحتوي أي عينة من العينات على أكثر من 2 خلية / 100 سم 3 على ألا يتكرر ذلك في عينتان متتاليتان من نفس المصدر</p>
	بكتيريا القولون البرازية «باسيل القولون النموذجي»		<p>- يجب أن تكون جميع العينات خالية من باسيل القولون النموذجي.</p>
	البكتيريا السبحية البرازية		<p>- يجب أن تكون جميع العينات خالية من الميكروب السبحي البرازي</p>
ج	الفحص البيولوجي - عند فحص عينات المياه للطحالب - عند فحص عينات المياه ميكروسكوبيا		<p>يجب ألا يزيد نسبة الميكروستين عن 1 ميكروجرام / لتر ويتم إجراء هذا التحليل في حالة ظهور نمو مفاجئ للطحالب الخضراء المزرقة BLUE GRAEEN ALGAE أو وجود أعداد عالية منها.</p> <p>- يجب أن تكون خالية تماما من البروتوزوا الحية وجميع أطوار الديدان المسببة للأمراض</p>

(8)

خامسا : المواد المشعة :-

مسلسل	نوع الفحص	الحد الأقصى المسموح به
أ	مشتقات من فصيلة الفا (α)	أو 0 بيكرل / لتر
ب	مشتقات من فصيلة بيتا (β)	1 - بيكرل / لتر

المراجع العربية

- (1) أحمد السروي، العمليات الأساسية لتنقية مياه الشرب، دار الكتب العلمية 2012.
- (2) سمير المنهراوي، عزة حافظ، «المياه العذبة»، الدار العربية للنشر والتوزيع، ط1، القاهرة، 1997.
- (3) هندسة الإمداد بالمياه، د صادق العدوي كلية الهندسة جامعة الاسكندرية 1992م.
- (4) محمد رشاد الطوبي، «وجعلنا من الماء كل شيء حي»، سلسلة كتاب اقرأ، العدد 507، دار المعارف 1992.
- (5) احمد السروي، مبادئ التحكم في جودة الماء، مركز تطوير الأداء والتنمية 2010.
- (6) البيئة المائية أ.د. حسين السعدي دار اليازوري العلمية 2006.
- (7) التلوث البيولوجي للبيئة المائية احمد السروي 2009 مكتبة الدار العلمية للنشر والتوزيع. 6 - إعداد المياه للاستخدام محمد احمد خليل المكتبة الاكاديمية 2004.
- (8) المعالجة البيولوجية لمياه الصرف، احمد السروي 2007 مكتبة الدار العلمية للنشر والتوزيع.
- (9) الدليل التدريبي للمعلومات الأساسية في الرقابة على المياه د عزت محمد حلوة - د/ سهام محمد حسين- وزارة الصحة المصرية 2000م.
- (10) الماء والإنسان والكون، أحمد السروي، عالم الكتب، 2007.

- (11) أساسيات علم البكتريا د. يسري صالح 2005.
- (12) احمد السروي، الملوثات المائية (المصادر - التأثيرات - التحكم والعلاج)، دار الكتب العلمية 2008.

Reference

1. *Water Quality Control* E. Roberts Alley, P.E. 2005, McGraw - Hill Companies.
2. *Principles of Water Quality Control* T. H. Y. TEBBUTT PhD, SM, BSc, CEng, FICE, FCIWEM, 2000.
3. *Alley, E. 2000. Water quality control handbook. McGraw - Hill, New York.*
4. *Chapra, S. 1996. Rivers and streams. in L. W. Mays, editor. Water Resources Handbook.*
5. *Water Pollution Causes, Effect and Control* PK.GOEL New age International limited publisher 1997.
6. *Water treatment (BSP - Indian publications) 1981.*
7. *Water Purifications* Mc Graw - Hill New York 1983
8. *Publications of world health organization about guidelines of drinking water.*
9. *Burton, M.A.S., Biological Monitoring of Environmental Contaminants, University of London, 1986.*
10. *Burton, M.A.S., Biological Monitoring of Environmental Contaminants, University of London, 1986.*

11. *SANITARY PARASITOLOGY World Health Organization Regional Office for the Eastern Mediterranean Regional Centre for Environmental Health Activities Amman – Jordan 2004.*
12. *Ponce, S. L., 1980, "Water quality monitoring programs: Watershed Systems Development group (WSDG)", technical Paper ESDG - TP - 00002, USDA forest Service, fort Collins, Colorado, December.*
13. *Sanders, T. G., 1983, "Rational Design Criteria for a River Quality Monitoring Network, PhD Dissertation," Civil Engineering Department, University of Massachusetts, USA.*
14. *Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., and Yevjevich, V. 1987, "Design of Networks for Monitoring Water Quality, Water Resources Publication".*
15. *Snedecor, George W. and Cochran, William G. 1989, "Statistical Methods, Eighth Edition," Iowa State University Press.*
16. *O'Connor, J. 1976. The Temporal and Spatial Distribution of Dissolved Oxygen in Streams. Water Resour. Res 12.*
17. *Singh, V. P. 1995. Environmental Hydrology. U.S. Government, Netherlands.*
18. *Ponce, S. L., 1980, "Water quality monitoring programs: Watershed Systems Development group (WSDG)", technical Paper ESDG - TP - 00002, USDA forest Service, fort Collins, Colorado, December.*

20. *Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., and Yevjevich, V. 1987, "Design of Networks for Monitoring Water Quality, Water Resources Publication".*
21. *Snedecor, George W. and Cochran, William G. 1989, "Statistical Methods, Eighth Edition," Iowa State University Press*

الفهم

الفهرس

7 مقدمة الكتاب

الفصل الأول

15 مقدمة عن المياه

17 1. مقدمة

18 1 - 1. دورة الماء

20 1 - 2. الدورة الغير طبيعية (الاصطناعية) للمياه

23 1 - 3. صفات الماء

25 1 - 4. الغلاف المائي ومصادر الماء

30 1 - 5. حالات الماء في الطبيعة

33 1 - 6. أنواع الماء طبقاً لأماكن وطبيعة تواجد الماء

34 1 - 7. الماء النقي

36 1 - 8. الماء السائل الفريد

40 1 - 9. أهمية المياه

45 1 - 10. استخدامات واستهلاك المياه

الفصل الثاني

49 خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

51 2. مقدمة

52 1 - 2. خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية

74 2 - 2. الملوثات من الكائنات الحية الدقيقة لمياه الشرب

76 2 - 3. المياه غير الملوثة

80 2 - 4. المياه الملوثة

الفصل الثالث

83	التلوث المائي والملوثات المائية
85	3. مقدمة
90	3 - 1. مصادر التلوث بالملوثات المائية
109	3 - 2. علاقة الملوثات المائية ببعضها البعض
115	3 - 3. تلوث الماء الجوفي
129	3 - 4. المصادر الرئيسية لتلوث مياه الشرب

الفصل الرابع

139	جودة المياه من الناحية الكيميائية والميكربولوجية
141	4. مقدمة
142	4 - 1. دلائل جودة مياه الشرب
143	4 - 2. المواصفات العالمية لمياه الشرب
145	4 - 3. الجوانب الميكروبية لسلامة وصحة مياه الشرب
160	4 - 4. الجوانب الكيميائية لسلامة وصحة مياه الشرب
170	4 - 5. الجوانب الإشعاعية لسلامة وصحة مياه الشرب
170	4 - 6. جوانب مقبولة واستساغة مياه الشرب
171	4 - 7. جودة الماء البكتريولوجية والفيروسية
175	4 - 8. جودة الماء الكيميائية

الفصل الخامس

179	مراقبة نوعية المياه
181	5. مقدمة
181	5 - 1. أهداف البرامج الرقابية لنوعية الماء

182	5 - 2. أنواع برامج مراقبة نوعية المياه
204	5 - 3. مراقبة جودة الماء عن طريق المسح البيئي لمصادر المياه
206	5 - 4. الرصد البيئي للموارد المائية في البلدان العربية
222	5 - 5. الرصد البيئي البحري للتلوث بالمخلفات السائلة

الفصل السادس

229	اختبارات وفحوص مياه الشرب الكيميائية والبكتريولوجية
231	6. مقدمة
238	6 - 1. طرق جمع العينات
239	6 - 2. الطرق القياسية لأخذ عينات المياه للفحص
240	6 - 3. طرق أخذ العينات للفحص البكتريولوجي
248	6 - 4. طريقة أخذ العينات للتحليل الكيميائي
	6 - 5. الفحوصات القياسية الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية
249	للمياه
	6 - 6. أمثلة لبعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجري لمياه
252	الشرب
276	6 - 7. الاختبارات والفحوص البكتريولوجية لمياه الشرب
289	6 - 8. ضبط الجودة داخل معامل ومختبرات المياه
	6 - 9. المهارات الأساسية التي يجب ان يعرفها المحلل الكيميائي داخل
296	معامل ومختبرات المياه
305	• قاموس المصطلحات العلمية
331	• الملاحق
343	• المراجع

المنشور
العلمية للنشر والتوزيع
م. شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة

٢٧٩٥٤٢٢٩

www.sbh-egypt.com

e-mail : sbh@link.net

Scientific Book House

المنشور
العلمية للنشر والتوزيع
ع. شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة

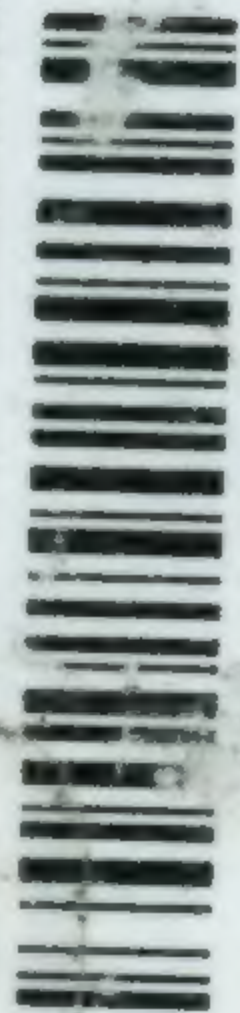
٢٧٩٥٤٢٢٩

www.sbh-egypt.com

e-mail : sbh@link.net

Scientific Book House

Bibliotheca Alexandrina



1194138

ISBN 978-977-5029-69-0



9 789775 029690

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

٥٠ شارع الشيخ ريعان - عابدين - القاهرة

☎ ٢٧٩٥٤٢٢٩

www.sbhegypt.org

Email: sbh@link.net

info@sbhegypt.org